



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora de procesos para incrementar la productividad, en la fabricación de ollas, de  
Manufacturas Titanio S.A.C – Lima, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL

AUTOR:

Rodas Huaman, Robert

ASESOR:

Mg. Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión Empresarial y Productiva Lima – Perú

Lima – Perú

2018

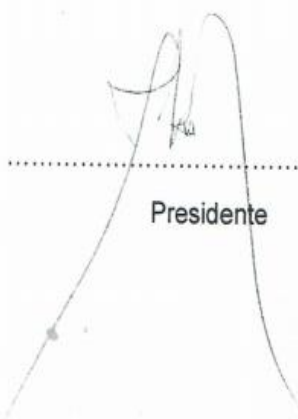
El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :  
Rodas Huaman Robert

cuyo título es:

MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN LA  
FABRICACIÓN DE OLLAS, DE MANUFACTURAS TITANIO S.A.C – LIMA, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de  
preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:  
...15... (número) *QUINCE*... (letras).

Los Olivos, *02* de *Julio* del 2018



.....

Presidente



.....

Secretario



.....

Vocal

## **DEDICATORIA**

La presente tesis es fruto del apoyo de mis padres, que siempre supieron que yo era un ingeniero y confiaron en que lograría graduarme. Así como también, es el resultado de mi esfuerzo por ser cada día el mejor ingeniero industrial

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a la Universidad César Vallejo que me brindó la oportunidad de ser un ingeniero industrial, y sobretodo a sus profesores que comparten sus conocimientos diariamente con todos los alumnos de esa casa de estudios.

Finalmente, agradezco a los dos primeros ingenieros industriales que he admirado. Primero, a mi primer jefe Santiago Bardales Reynoso por ser parte fundamental en mi inserción en el mundo laboral. Así como también, a mi asesora la Mgtr. Eguzquiza Rodríguez Margarita quién no solo se conformo por guiarme en el desarrollo de mi tesis, sino que también fue una gran fuente de conocimientos de experiencias laborales.

.



## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rodas Huaman Robert identificado con DNI N° 74087314, en el cumplimiento de las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

Es así que, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, julio del 2018



---

Rodas Huaman Robert

DNI: 74087314

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Mejora de Procesos para incrementar la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y sé que cumplirá con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El Autor

## INDICE DE CONTENIDO

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
PRESENTACIÓN .....	vi
INDICE DE CONTENIDO .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	xiii
INDICE DE FIGURAS .....	xvii
RESUMEN .....	xix
ABSTRACT .....	xx
I.- INTRODUCCIÓN .....	21
1.1.- Realidad Problemática.....	22
1.2.- Trabajos Previos .....	38
1.3.- Teorías relacionadas .....	43
1.3.1.- Mejora de Procesos .....	46
1.3.1.1- Estudio de Métodos .....	48
1.3.1.1.1- Selección del Trabajo y Establecimiento de sus Límites de Estudio .....	52
1.3.1.1.1.1. Análisis de Pareto .....	53
1.3.1.1.1.2. Mapa de la Cadena de Valor.....	53
1.3.1.1.2- Registro de la Tarea.....	54
1.3.1.1.2.1- Diagrama de actividades múltiples.....	61
1.3.1.1.3. Exámen Crítico del método de trabajo: Técnica del Interrogatorio .....	62
1.3.1.1.4. Evaluación de los Métodos de Trabajo.....	64
1.3.1.1.5. Definición del Método de Trabajo.....	64
1.3.1.1.6. Implantación del Método de Trabajo.....	65
1.3.1.1.7. Controlar el Método de Trabajo .....	67

1.3.1.2- Medición del trabajo.....	67
1.3.1.2.1- Estudio de Tiempos.....	67
1.3.2.- Productividad.....	71
1.3.2.1- Eficiencia.....	73
1.3.2.2. Eficacia.....	73
1.4. Formulación del Problema.....	73
1.4.1. Problema General .....	73
1.4.2. Problemas Específicos .....	74
1.5. Justificación del estudio.....	74
1.5.1. Económica .....	74
1.5.2. Técnica.....	74
1.5.3. Social .....	74
1.6. Hipótesis .....	75
1.6.1. Hipótesis General .....	75
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	75
1.7. Objetivos.....	75
1.7.1. Objetivo General.....	75
1.7.2. Objetivos Específicos .....	75
II.- MÉTODO .....	76
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	77
2.1.1. Tipo de Investigación .....	77
2.1.2. Por su nivel o profundidad.....	77
2.1.3. Diseño de Investigación.....	77
2.2. Operacionalización de Variables .....	77
2.2.1. Definición Conceptual.....	77
2.2.2. Definición Operacional.....	78
2.2.3. Dimensiones .....	78

2.2.3.1. Dimensiones de la variable independiente Estudio de Métodos .....	78
2.2.3.2. Dimensiones de la variable dependiente .....	79
2.2.3.3 Matriz de Operacionalización.....	80
2.3. Población, muestra y muestreo .....	81
2.3.1. Población .....	81
2.3.2. Muestra .....	81
2.3.3. Muestreo .....	81
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	82
2.4.1. Técnicas .....	82
2.4.2. Instrumento .....	82
2.4.3. Validez.....	82
2.4.4. Confiabilidad .....	83
2.5. Métodos de análisis de Datos .....	83
2.5.1. Análisis Descriptivo .....	83
2.5.2. Análisis Inferencial.....	83
2.6. Aspectos Éticos.....	83
2.7. Desarrollo de la propuesta .....	83
2.7.1. Situación Actual .....	83
2.7.1.1. Reseña Histórica .....	83
2.7.1.2. Descripción General de la Empresa.....	84
2.7.1.3. Perfil empresarial y principios organizacionales.....	85
2.7.1.3.1. Visión.....	85
2.7.1.3.2. Misión.....	85
2.7.1.3.3. Organigrama de la Empresa .....	85
2.7.1.4. Modelo de Negocio .....	86
2.7.1.5. Productos de la empresa .....	88
2.7.1.6. Infraestructura, Equipo y Maquinaria.....	88

2.7.1.6.1. Maquinaria.....	90
2.7.1.6.2. Equipo.....	90
2.7.1.7. Descripción y análisis del proceso.....	91
2.7.1.7.1. Análisis de las causas de baja productividad.....	95
2.7.1.7.2. Deficiente control de la producción.....	95
2.7.1.7.3. Operarios Inactivos.....	95
2.7.1.7.4. Tiempo de Preparación Extenso .....	97
2.7.1.8. Análisis Pre-Test.....	100
2.7.1.8.1. Tiempo Estándar (PRE-TEST).....	100
2.7.1.8.2. Índice de Actividades que agregan valor (PRE-TEST).....	102
2.7.1.8.3. Estimación de la Productividad Actual (PRE-TEST).....	106
2.7.2. Propuestas de Mejora.....	109
2.7.2.2.1. Cronograma de Actividades del Proyecto .....	110
2.7.3. Ejecución de la Propuesta.....	111
2.7.3.1- Implementación del Estudio de Métodos para reducir el tiempo inactivo de los operarios.....	111
2.7.3.2. Implementación del Estudio de Métodos para reducir el tiempo de cambio de herramental.....	122
2.7.4. Resultados de la Implementación .....	131
2.7.4.1. Tiempo Estándar (POST-TEST) .....	131
2.7.4.2. Índice de Actividades que agregan valor (POST-TEST) .....	137
2.7.1.4.3- Estimación de la Productividad Actual (POST-TEST).....	140
2.7.5. Análisis Económico Financiero.....	144
2.7.5.1 Evaluación Técnica de Impactos de la Mejora de Procesos .....	144
2.7.5.2. Evaluación Económica de Impactos de la Mejora de Procesos.....	145
2.7.5.3. Evaluación de Indicadores Económicos .....	151
III.- RESULTADOS .....	152
3.1. Análisis Descriptivo .....	153
3.1.1. Variable Dependiente: Productividad.....	153

3.1.2. Variable Independiente: Mejora de Procesos .....	156
3.2.1. Análisis de la hipótesis general .....	157
3.2. Análisis Inferencial.....	159
3.2.1. Análisis de la primera hipótesis específica.....	159
3.2.2. Análisis de la segunda hipótesis específica .....	161
IV. DISCUSIÓN.....	164
V. CONCLUSIONES .....	166
VI. RECOMENDACIONES .....	168
VII. REFERENCIAS.....	170
ANEXOS .....	173
Anexo 1. Ventas de Enero a Diciembre de 2017.....	174
Anexo 2. Matriz de Consistencia.....	175
Anexo 3. Formato Hoja de Determinación del tamaño de la muestra.....	176
Anexo 4. Formato Hoja de Resumen del Tamaño de muestra .....	177
Anexo 5. Formato Hoja de Trabajo de Estudio de Tiempos .....	178
Anexo 6. Formato Hoja de Resumen del Estudio .....	179
Anexo 7. Formato de Reporte de Producción.....	180
Anexo 8. Formato de Medición de la Productividad.....	181
Anexo 9. Formatos de Validación .....	182
Anexo 10. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de tumbado del recipiente.....	186
Anexo 11. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de planchado del recipiente .....	187
Anexo 12. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de lijado interno del recipiente ...	188
Anexo 13. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de lijado externo del recipiente...	189
Anexo 14. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de remachado del recipiente .....	190
Anexo 15. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de tumbado de la tapa.....	191
Anexo 16. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de planchado de la tapa.....	192
Anexo 17. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de lijado de la tapa .....	193

Anexo 18. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de remachado de la tapa.....	194
Anexo 19. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de etiquetado y embalado .....	195
Anexo 20. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de tumbado del recipiente .....	196
Anexo 21. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de planchado del recipiente .....	197
Anexo 22. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de lijado interno del recipiente .....	198
Anexo 23. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de lijado externo del recipiente.....	199
Anexo 24. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de remachado del recipiente .....	200
Anexo 25. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de tumbado de la tapa .....	201
Anexo 26. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de planchado de la tapa.....	202
Anexo 27. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de lijado de la tapa .....	203
Anexo 28. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de remachado de la tapa.....	204
Anexo 29. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de etiquetado y embalado .....	205
Anexo 30. Acta de aprobación de originalidad de Tesis .....	206
Anexo 31. Pantallazo del TURNITIN .....	207
Anexo 32. Formulario de autorización para la publicación electrónica de la tesis .....	208
Anexo 33. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	209



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producto Bruto Interno Mundial (Variaciones porcentuales anuales) .....	22
Tabla 2. Producto Bruto Interno Países de América Latina y el Caribe (Variaciones porcentuales anuales).....	23
Tabla 3. Producto Bruto Interno Trimestral por Grandes Sectores Económicos: 2015-2017 (Estructura porcentual) .....	24
Tabla 4. Producto Bruto Interno Trimestral por Sectores Económicos: 2015-2017 (Variación porcentual) .....	25
Tabla 5. Perú: Participación porcentual del producto bruto interno de los subsectores de la manufactura, 2015-2017 .....	26
Tabla 6. Perú: Producto Bruto Interno por Sectores Productivos (variaciones porcentuales reales), 2006-2017 .....	26
Tabla 7. Perú: Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales). .....	27
Tabla 8. Perú: Producción Manufacturera (variaciones porcentuales).....	28
Tabla 9. Empresas en el Sector Privado por Meses, Según Regiones .....	29
Tabla 10. Promedio de Empresas en el Sector Privado por Tamaño, Según Regiones .....	30
Tabla 11. Empresas de Lima Metropolitana en el Sector Privado por Meses, Según Actividad Económica .....	31
Tabla 12. Clasificación ABC de la los productos de la línea de ollas de aluminio de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C. – Ventas Enero- Diciembre 2017 .....	33
Tabla 13. Tipos de desperdicio y sus síntomas en el flujo del proceso de la olla popular #60 .....	35
Tabla 14. Matriz Relacional de las causas encontradas.....	37
Tabla 15. Número de Ocurrencias de las causas encontradas .....	37
Tabla 16. Tipos de desperdicio, síntomas, posibles causas e ideas y herramientas para eliminarlas.....	47
Tabla 17. Continuación.....	48
Tabla 18. Matriz de Operacionalización.....	80
Tabla 19. Clasificación de la línea de ollas de aluminio de Manufacturas Titanio S.A.C. ....	88

Tabla 20. Disposición de maquinaria y equipo Manufacturas Titanio S.A.C .....	89
Tabla 21. Lista de maquinaria de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C. ....	90
Tabla 22. Lista de equipos de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C. ....	91
Tabla 23. Lista Estructurada de Materiales de la Olla N°60 .....	92
Tabla 24. Diagrama de Actividades Múltiples operación de Tumbado para cuerpo de olla popular #60	96
Tabla 25. Elementos del tiempo de cambio de la actividad de tumbado.....	97
Tabla 26. Tiempo básico de cambio de la actividad de Tumbado .....	98
Tabla 27. Suplementos de la actividad de Tumbado .....	99
Tabla 28. Tiempo Estándar de la actividad de Tumbado .....	99
Tabla 29. Calculo del Tamaño de muestra (PRE-TEST) .....	100
Tabla 30. Suplementos actividades fabricación olla popular #60 .....	101
Tabla 31. Hoja de Resumen del Estudio (PRE-TEST).....	102
Tabla 32. Diagrama de Procesos de flujo de la olla popular #60 (PRE-TEST) .....	103
Tabla 33. Continuación.....	104
Tabla 34. Continuación.....	105
Tabla 35. Calculo de la capacidad instalada.....	107
Tabla 36. Calculo de la capacidad efectiva .....	108
Tabla 37. Eficiencia, Eficacia y Productividad Noviembre- Diciembre (Pre-Test) .....	108
Tabla 38. Alternativas de Solución para las causas encontradas.....	109
Tabla 39. Cronograma de Actividades del Proyecto .....	110
Tabla 40. Lista de herramientas para la operación de planchado del recipiente .....	114
Tabla 41. Diagrama Multiactividad operación de Planchado (Metodo Actual).....	115
Tabla 42. Diagrama Multiactividad operación de Planchado (Metodo Propuesto).....	118
Tabla 43. Eficiencia trabajadores de la operación de planchado método actual vs. método propuesto ..	119
Tabla 44. Tiempo Total aproximado de la operación planchado método actual vs. método propuesto	
Tabla 45. Hoja de Instrucciones actividad de Planchado .....	120

Tabla 46. Hoja de Instrucciones actividad de Planchado (al reverso).....	121
Tabla 47. Movimientos de trabajo involucrados en el tiempo de cambio de la actividad de Tumbado .	125
Tabla 48. Continuación.....	126
Tabla 49. Movimientos de trabajo propuestos involucrados en el tiempo de cambio de la actividad de Tumbado .....	127
Tabla 50. Continuación.....	128
Tabla 51. Eficiencia trabajadores en el tiempo de cambio de operación de tumbado método actual vs. método propuesto .....	129
Tabla 52. Tiempo de cambio aproximado de la operación tumbado método actual vs. método propuesto .....	129
Tabla 53. Hoja de Instrucciones cambio de herramental tumbado.....	130
Tabla 54. Determinación del Tamaño de la muestra operación de Tumbado(método mejorado) .....	132
Tabla 55. Determinación del Tamaño de la muestra operación de Planchado (método mejorado) .....	133
Tabla 56. Establecimiento del Tiempo Básico de la actividad de Tumbado del recipiente (método mejorado).....	134
Tabla 57. Establecimiento del Tiempo Básico de la actividad de Planchado del recipiente (método mejorado).....	135
Tabla 58. Suplementos actividad de Tumbado del recipiente de la olla popular #60 .....	136
Tabla 59. Hoja de Resumen del Estudio (Post-Test).....	137
Tabla 60. Diagrama de procesos de flujo de la olla popular #60 (Post-Test).....	138
Tabla 61. Continuación.....	139
Tabla 62. Continuación.....	140
Tabla 63. Calculo de la nueva capacidad instalada .....	142
Tabla 64. Calculo de la capacidad efectiva .....	142
Tabla 65. Productividad Marzo, Abril 2018 (Post Test) .....	143
Tabla 66. Resultados eficiencia, eficacia y productividad PRE-TEST y POST-TEST.....	143
Tabla 67. Incremento de productividad – Actividad de Tumbado del Recipiente .....	145
Tabla 68. Costo de materia prima de la olla popular #60 .....	145

Tabla 69. Costo de mano de obra de la olla popular #60 .....	146
Tabla 70. Capacidades Efectivas de Planta PRE-TEST y POST-TEST .....	147
Tabla 71. Cálculo del C.I.F de la olla popular #60.....	147
Tabla 72. Costo de producción PRE-TEST y POST-TEST. ....	148
Tabla 73. Valorización anual total de ahorros .....	148
Tabla 74. Costos de implementación del estudio de métodos .....	149
Tabla 75. Costos de implementación de la medición del trabajo .....	149
Tabla 76. Flujo Neto de Efectivo de implementación de la mejora de procesos .....	150
Tabla 77. Indicadores Económicos (VAN, TIR) .....	151
Tabla 78. Relación Beneficio/Costo .....	151
Tabla 79. Productividad Antes y Después .....	153
Tabla 80. Eficiencia Antes y Después .....	154
Tabla 81. Eficacia Antes y Después .....	155
Tabla 82. Resumen Estudio de Métodos .....	156
Tabla 83. Pruebas de normalidad .....	158
Tabla 84. Estadísticos descriptivos.....	158
Tabla 85. Estadísticos de prueba .....	159
Tabla 86. Pruebas de normalidad .....	160
Tabla 87. Estadísticos descriptivos.....	160
Tabla 88. Estadísticos de prueba .....	161
Tabla 89. Pruebas de normalidad .....	162
Tabla 90. Estadísticos de prueba .....	162
Tabla 91. Estadísticos de prueba .....	163

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo del proceso de la olla popular #60. ....	34
Figura 2. Diagrama de causa-efecto para el proceso de fabricación de Olla popular #60 .....	36
Figura 3. Diagrama de Pareto de las causas encontradas .....	38
Figura 4. Esquema para el aprendizaje continuo y toma de decisiones en base a métricas .....	45
Figura 5. Tipos de acciones y sus relaciones con las métricas de rendimiento .....	46
Figura 6. Cómo se descompone el tiempo de trabajo .....	49
Figura 7. Contenido de trabajo básico y suplementario .....	50
Figura 8. Como reducir el tiempo de trabajo mediante las técnicas de dirección .....	51
Figura 9. Etapas del Estudio de Métodos .....	52
Figura 10. Clasificación ABC de 14 productos de una compañía química. ....	53
Figura 11. Mapa de la Cadena de Valor de una familia de bicicletas. ....	54
Figura 12. Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio de métodos .....	55
Figura 13. Diagrama de recorrido.....	57
Figura 14. Símbología utilizada para la elaboración de cursogramas .....	58
Figura 15. Símbología utilizada para actividades combinadas.....	59
Figura 16. Diagrama de Operaciones: montaje de un rotor de interruptor .....	59
Figura 17. Cursograma analítico de material.....	60
Figura 18. Diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor.....	62
Figura 19. Modelo Básico de preguntas preliminares de la Técnica del Interrogatorio.....	63
Figura 20. Modelo Básico de Técnica del Interrogatorio .....	64
Figura 21. Hoja de Instrucciones del cortado de tubos de vidrio .....	65
Figura 22. Curva de aprendizaje típica.....	66
Figura 23. Principales técnicas de la medición del trabajo.....	67
Figura 24. Escalas de valoración más utilizadas .....	69
Figura 25. Esquema para el cálculo de suplementos .....	70
Figura 26. Formulario paso a paso del estudio de tiempos. ....	71

Figura 27. Modelo de Productividad .....	72
Figura 28. Localización Geográfica de Manufacturas Titanio S.A.C. ....	84
Figura 29. Organigrama de Manufacturas Titanio S.A.C.....	85
Figura 30. Etapas de la cadena de suministro de Manufacturas Titanio S.A.C.....	86
Figura 31. Macroproceso de Manufacturas Titanio S.A.C.....	87
Figura 32. Diagrama de Operaciones de la manufactura de olla popular #60.....	93
Figura 33. Diagrama de recorrido: manufactura y almacenamiento de la olla popular número 60 .....	94
Figura 34. Identificación del cuello de botella del proceso de fabricación de la olla popular #60 .....	107
Figura 35. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60 .....	111
Figura 36. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60 (Propuesta de Mejora) .....	112
Figura 37. Disposición del puesto de trabajo de la operación de planchado .....	113
Figura 38. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60 .....	123
Figura 39. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60 (Propuesta de Mejora) .....	124
Figura 40. Identificación del nuevo cuello de botella del proceso de fabricación de la olla popular #60 .....	141
Figura 41. Resultados eficiencia, eficacia y productividad PRE-TEST y POST-TEST .....	144
Figura 42. Productividad Antes y Después .....	153
Figura 43. Eficiencia Antes y Después.....	154
Figura 44. Eficacia Antes y Después.....	155
Figura 45. Actividades que Agregan Valor Antes y Después .....	156
Figura 46. Tiempo Estándar Antes y Después .....	157

## **RESUMEN**

En la presente tesis se implementa la mejora de procesos en el proceso de fabricación de ollas de la empresa, con el objetivo de incrementar la productividad de los recursos involucrados.

En primer lugar se analiza la realidad problemática del sector metalmecánico, y luego la de la empresa. Para esto último, se clasificó los productos de la empresa por contribución del beneficio total generado, con la finalidad de determinar el producto y proceso donde las mejoras tuvieran un impacto significativo.

En segundo lugar, se desarrolla el marco metodológico de la investigación; la formulación del problema, las hipótesis a probar y objetivos que la presente investigación planea lograr. Así como también se establece el alcance de la investigación como explicativo, porque busca explicar porque la mejora de procesos (variable independiente) se relaciona con la productividad (variable dependiente). Siendo el diseño de investigación para tal fin, cuasiexperimental. La muestra de estudio son 20 órdenes de producción, utilizando la observación como técnica de recolección de datos cuyos instrumentos utilizados fueron los formatos de diagrama de procesos de flujo, tomas de tiempos, y registros de la productividad.

En tercer lugar, después de establecer el marco metodológico de la investigación, se implementa la mejora de procesos en el cuello de botella del proceso seleccionado, utilizando como herramientas de ésta el estudio de métodos, estudio de tiempos y mapa de la cadena de valor. Posteriormente, se evalúa económicamente las propuestas de mejora ejecutadas obteniendo un VAN de S/. 2.589, una TIR del 13% y la relación B/C de 1.88; quedando demostrado la rentabilidad del proyecto.

Finalmente, se analiza los datos del antes y después de la implementación de la mejora de procesos, utilizando la estadística descriptiva para presentar los datos obtenidos; y la estadística inferencial, para probar las hipótesis. Es así, que se termina aceptando la hipótesis de la investigación.

**Palabras Claves:** Mejora de Procesos, Productividad.

## **ABSTRACT**

In the present thesis the improvement of processes in the manufacturing process of pots of the company is implemented, with the aim of increasing the productivity of the resources involved.

In the first place, the problematic reality of the metal-mechanic sector is analyzed, and then that of the company. For the latter, it classified the company's products by contribution of the total profit generated, in order to determine the product and process where the improvements had a significant impact.

Secondly, the methodological framework of the research is developed; the formulation of the problem, the hypotheses to be tested and the objectives that the present investigation plans to achieve. As well as establishing the scope of the research as explanatory, because it seeks to explain why process improvement (independent variable) is related to productivity (dependent variable). Being the research design for this purpose, quasi- experimental. The study sample consists of 20 production orders, using observation as a data collection technique whose instruments used were the flow process diagram formats, timbres, and productivity records.

Third, after establishing the methodological framework of the research, process improvement is implemented in the bottleneck of the selected process, using as tools of this the study of methods, study of times, map of the value chain and the standardization. Subsequently, the improvement proposals executed are evaluated economically obtaining a NPV of S / . 2,589, a TIR of 13% and the B / C ratio of 1.88; The profitability of the project is demonstrated.

Finally, the data before and after the implementation of process improvement is analyzed, using descriptive statistics to present the obtained data; and inferential statistics, to test hypotheses. Thus, it ends up accepting the hypothesis of the investigation.

**Key Words:** Process Improvement, Productivity.



## **I.- INTRODUCCIÓN**

## 1.1.- Realidad Problemática

### Entorno Internacional

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), en el año 2017 el PBI mundial creció en un 3.6%, 0.4% más que el año anterior. Este incremento se debe principalmente a un aumento del 0.5% en la tasa de variación porcentual del PBI de las economías avanzadas (desarrolladas). Asimismo, las economías emergentes también crecieron, no drásticamente, un 0.3% respecto al año anterior.

Dentro de las economías emergentes, el PBI de América Latina y el Caribe creció un 1.1%. Recuperándose así de la tasa negativa de -0.9% del año anterior.

Tabla 1. Producto Bruto Interno Mundial (Variaciones porcentuales anuales)

Nombre del grupo de países	2015	2016	2017
<b>Mundo</b>	3.398	3.211	3.618
<b>Economías avanzadas</b>	2.233	1.659	2.168
Zona del euro	2.013	1.793	2.145
Principales economías avanzadas (G7)	2.077	1.426	1.989
Otras economías avanzadas (economías avanzadas excluyendo el G7 y la zona del euro)	2.081	2.231	2.554
Unión Europea	2.345	1.975	2.339
<b>Mercado emergente y economías en desarrollo</b>	4.257	4.327	4.638
Comunidad de Estados Independientes	-2.187	0.389	2.126
Asia emergente y en desarrollo	6.769	6.448	6.475
Europa emergente y en desarrollo	4.736	3.117	4.502
ASEAN-5	4.852	4.937	5.222
América Latina y el Caribe	0.076	-0.9	1.198
Medio Oriente, África del Norte, Afganistán y Pakistán	2.708	4.989	2.58
Oriente Medio y África del Norte	2.556	5.069	2.244
África Sub-sahariana	3.385	1.366	2.637

*Fuente: World Economic Outlook, con información disponible a Octubre de 2018*

En el año 2017, el PBI de Perú creció en un 2.6%, tasa menor en un 1.3% respecto al año anterior. No obstante, las previsiones del FMI para los años siguientes (2018 y 2019) son muy favorables. En el 2018 se pronostica un crecimiento del PBI en 3.7%, mientras que para el año 2019 una tasa del 3.9%.

Tabla 2. Producto Bruto Interno Países de América Latina y el Caribe (Variaciones porcentuales anuales)

País	2015	2016	2017	2018	2019
Antigua y Barbuda	4.06	5.343	2.685	3	2.5
Argentina	2.647	-2.245	2.464	2.508	2.651
Las Bahamas	-1.664	-0.254	1.8	2.5	2.2
Barbados	0.902	1.6	0.882	0.527	0.802
Belice	2.876	-0.781	2.506	2.288	1.652
Bolivia	4.857	4.264	4.2	4	3.8
Brasil	-3.769	-3.595	0.748	1.489	1.986
Chile	2.255	1.595	1.376	2.505	2.749
Colombia	3.052	1.96	1.7	2.843	3.55
Costa Rica	4.723	4.329	3.8	3.8	3.9
Dominica	-2.544	2.638	3.936	2.801	1.8
República Dominicana	7.041	6.645	4.76	5.799	4.97
Ecuador	0.158	-1.467	0.2	0.567	0.974
El Salvador	2.298	2.367	2.3	2.1	2.1
Granada	6.438	3.684	2.545	2.315	2.2
Guatemala	4.14	3.067	3.162	3.372	3.827
Guayana	3.139	3.299	3.532	3.587	3.687
Haití	1.211	1.44	1	3	3
Honduras	3.641	3.609	4	3.6	3.8
Jamaica	0.935	1.327	1.663	2.325	2.65
Méjico	2.65	2.286	2.145	1.852	2.34
Nicaragua	4.853	4.702	4.5	4.3	4.5
Panamá	5.777	4.87	5.3	5.6	5.8
Paraguay	2.962	4.093	3.869	3.995	3.879
Perú	3.296	3.999	2,666	3.759	3.993
Saint Kitts y Nevis	4.885	3.149	2.693	3.463	3.221
Santa Lucía	1.955	1.001	1.604	2.774	2.105
San Vicente y las Granadinas	0.863	0.815	2.194	2.758	2.953
Suriname	-2.711	-10.5	-1.178	1.173	1.867
Trinidad y Tobago	-0.579	-5.367	-3.176	1.856	2.188
Uruguay	0.371	1.453	3.5	3.1	3.1
Venezuela	-6.221	-16.456	-12	-6	-2

Fuente: World Economic Outlook, con información disponible a Octubre de 2018

## Entorno Nacional

La tabla 3, muestra la estructura porcentual del PBI nacional, por grandes sectores productivos. En esta, se observa que los grupos de sectores que contribuyen en mayor porcentaje al PBI son.

- Extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos
- Manufactura
- Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas
- Otros Servicios

Tabla 3. Producto Bruto Interno Trimestral por Grandes Sectores Económicos: 2015-2017 (Estructura porcentual)

Año / Trimestre	Producto Bruto Interno	Derechos de Importación y Otros Impuestos	Valor Agregado Bruto Total (VAB)	Extractivas			Transformación		Servicios								
				Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	Pesca y acuicultura	Extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos	Manufactura	Construcción	Electricidad, gas y agua	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas	Transporte, almacenamiento, correo y mensajería	Alojamiento y restaurantes	Telecomunicaciones y otros servicios de información	Servicios financieros, seguros y pensiones	Servicios prestados a empresas	Administración pública y defensa	Otros servicios
<b>2015</b>	100.0	9.2	90.8	5.2	0.4	12.0	13.9	6.2	1.8	10.8	5.5	3.2	4.0	4.4	4.9	5.0	13.5
Trimestre	I	100.0	9.5	90.5	4.8	0.2	11.8	14.0	5.9	1.8	10.1	5.7	3.3	4.3	4.7	5.2	13.8
	II	100.0	9.2	90.8	6.9	0.7	11.3	14.1	5.8	1.8	10.5	5.4	3.2	3.7	4.5	5.1	13.1
	III	100.0	9.2	90.8	4.8	0.2	12.2	13.6	6.2	1.8	11.0	5.5	3.3	3.9	4.7	5.1	13.7
	IV	100.0	8.8	91.2	4.5	0.4	12.7	13.7	7.1	1.8	11.3	5.3	3.1	4.0	3.9	5.4	13.4
<b>2016</b>	100.0	9.2	90.8	5.2	0.3	13.0	13.3	5.9	1.9	10.6	5.5	3.2	4.2	4.5	4.9	5.0	13.5
Trimestre	I	100.0	9.4	90.6	4.7	0.2	12.6	13.2	5.8	1.9	10.1	5.7	3.3	4.5	4.9	5.1	13.7
	II	100.0	9.1	90.9	6.8	0.3	13.0	12.8	5.7	1.8	10.4	5.4	3.2	4.0	4.6	5.1	13.2
	III	100.0	9.2	90.8	4.6	0.3	13.2	13.4	5.7	1.8	10.8	5.4	3.2	4.0	4.7	5.1	13.6
	IV	100.0	9.0	91.0	4.5	0.5	13.2	13.6	6.2	1.8	11.2	5.3	3.1	4.2	3.9	5.5	13.6
<b>2017</b>	100.0	9.3	90.7	5.2	0.3	13.1	12.9	5.8	1.8	10.5	5.5	3.2	4.4	4.4	4.8	5.1	13.7
Trimestre	I	100.0	9.6	90.4	4.6	0.3	12.8	13.2	5.4	1.9	9.9	5.7	3.2	4.8	4.7	5.1	14.0
	II	100.0	9.1	90.9	6.6	0.6	12.9	13.1	5.4	1.8	10.3	5.4	3.2	4.2	4.5	4.9	13.4
	III	100.0	9.4	90.6	4.8	0.2	13.4	12.8	5.9	1.8	10.7	5.4	3.2	4.2	4.7	5.2	13.7
	IV	100.0	9.2	90.8	4.6	0.2	13.2	12.6	6.6	1.8	11.1	5.4	3.0	4.4	3.9	5.5	13.7

Fuente: INEI, con información disponible al 10-02-18.

El Sector de Manufactura que contribuye actualmente en un 13.1% al PBI Nacional (Ver Tabla 3), está en decrecimiento desde el año 2015, donde registró una tasa de -0.9%. Si bien, en el año 2017 esa tasa se redujo a -0.3%; sigue siendo negativa (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Producto Bruto Interno Trimestral por Sectores Económicos: 2015-2017 (Variación porcentual)

Año / Trimestre	Producto Bruto Interno	Derechos de Importación y Otros Impuestos	Valor Agregado Bruto Total (VAB)	Extractivas			Transformación		Servicios									
				Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	Pesca y acuicultura	Extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos	Manufactura	Construcción	Electricidad, gas y agua	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas	Transporte, almacenamiento, correo y mensajería	Alojamiento y restaurantes	Telecomunicaciones y otros servicios de información	Servicios financieros, seguros y pensiones	Servicios prestados a empresas	Administración pública y defensa	Otros servicios	
2015	3.3	0.5	3.5	3.1	18.2	8.4	-0.9	-5.3	6.6	3.1	4.3	3.3	9.1	9.6	4.4	3.6	4.4	
Trimestre	I	2.0	-0.6	2.3	1.2	-9.8	3.9	-3.5	-6.3	5.4	2.8	3.9	3.2	9.7	10.3	4.7	2.9	4.3
	II	3.2	-0.3	3.6	3.7	35.7	6.6	1.0	-7.9	6.0	3.1	4.4	3.5	6.6	9.3	5.0	3.3	4.8
	III	3.1	1.4	3.3	4.3	-21.6	9.0	-2.3	-6.2	6.6	3.3	4.7	3.5	9.4	8.6	4.0	3.4	4.2
	IV	4.7	1.8	5.0	2.8	43.4	13.8	1.2	-1.6	8.2	3.1	4.1	2.9	10.6	10.3	3.8	4.7	4.3
2016	4.0	3.6	4.0	2.5	-9.0	12.6	-0.6	-2.5	7.7	2.8	3.8	2.8	8.8	5.4	2.5	4.3	4.2	
Trimestre	I	4.5	3.3	4.6	2.6	1.8	11.7	-1.3	2.9	10.7	3.9	4.3	3.1	8.4	8.6	3.3	4.4	4.3
	II	4.0	3.0	4.1	1.8	-56.0	19.7	-5.5	1.8	7.5	3.4	3.5	2.8	11.4	6.6	2.4	4.4	4.4
	III	4.4	3.9	4.4	2.2	71.5	12.8	2.4	-3.5	6.8	2.4	3.7	2.9	7.6	5.0	2.5	4.3	4.1
	IV	3.0	4.4	2.9	3.7	31.1	7.1	2.3	-9.2	5.9	1.9	3.6	2.5	7.9	1.0	1.9	3.9	4.0
2017	2.5	4.2	2.4	2.6	4.7	3.2	-0.3	2.2	1.1	1.1	2.9	1.3	8.0	1.2	1.1	3.7	3.8	
Trimestre	I	2.3	4.2	2.1	-0.4	36.9	4.2	2.3	-5.0	1.0	0.3	2.5	0.8	8.8	-0.3	0.8	3.4	3.9
	II	2.6	2.5	2.6	0.5	124.5	1.9	4.5	-2.7	1.6	1.0	3.0	1.3	6.6	0.5	0.2	3.6	3.9
	III	2.9	5.5	2.7	7.0	-44.5	4.1	-1.8	6.2	1.6	1.4	2.0	1.4	8.9	1.8	1.6	3.9	3.7
	IV	2.2	4.6	2.0	4.0	-51.4	2.6	-5.5	9.1	0.2	1.7	4.2	1.7	7.8	2.9	1.9	3.7	3.7

Fuente: INEI, con información disponible al 10-02-18.

El sector de manufactura se divide en dos subsectores; manufactura primaria y no primaria. De los cuales, el que más contribuye al PBI manufacturero es el de manufactura no primaria. Siendo así, en el año 2017 la contribución de la manufactura no primaria al PBI, de 78% (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Perú: Participación porcentual del producto bruto interno de los subsectores de la manufactura, 2015-2017

Año	Manufactura		
	Manufactura	Procesadores	Manufactura No Primaria
		Recursos	
		Primarios	
2015	100%	22%	78%
2016	100%	22%	78%
2017	100%	22%	78%

Fuente: BCRP, con información disponible a 09-04-18

Elaboración Propia

La relevancia del subsector manufacturero en la variación porcentual del PBI manufacturero total, se puede observar cuando en el año 2008 el PBI manufacturero total creció un 2% por debajo del año anterior como consecuencia de un crecimiento 7.5% menor respecto al año anterior del PBI manufacturero no primario. Otra prueba de la importancia de este subsector, se observa en el año 2010. En el año 2010, el PBI Manufacturero creció un 10.8%; como consecuencia de un crecimiento del 16.2% del PBI Manufacturero no primario.

Tabla 6. Perú: Producto Bruto Interno por Sectores Productivos (variaciones porcentuales reales), 2006-2017

Fecha	Producto bruto interno por sectores productivos (variaciones porcentuales reales) - Manufactura	Producto bruto interno por sectores productivos (variaciones porcentuales reales) - Manufactura - Procesadores Recursos Primarios	Producto bruto interno por sectores productivos (variaciones porcentuales reales) - Manufactura - Manufactura no Primaria
2006	7,3	0,1	10,6
2007	10,6	-2,6	16,1
2008	8,6	8,7	8,6
2009	-6,7	-8,4	-6,1
2010	10,8	-4,8	16,2
2011	8,6	16,0	6,5
2012	1,5	-7,8	4,3
2013	5,0	8,6	3,7
2014	-3,6	-9,3	-1,5
2015	-1,5	1,8	-2,6
2016	-1,4	-0,6	-1,6
2017	-0,3	1,9	-0,9

Fuente: BCRP, con información disponible a 09-04-18

Si bien, la manufactura no primaria contribuye desde los últimos años un 78% del PBI manufacturero; este subsector presenta decrecimientos desde el 2014, siendo el más fuerte en el año 2015 con un -2,6%. En el 2017 este subsector decreció un 0.9%.

Para Claudia Inga, columnista del Comercio, las industrias más afectadas en el año 2016 fueron; las vinculadas a la producción de harina de pescado, textiles y metalmecánica. A su vez, sostiene que la paralización de proyectos mineros, la pérdida de la competitividad de la industria textil y la caída del sector pesquero fueron gravitantes en esta contracción. Y también el decrecimiento de la inversión pública, jugó un rol para esta caída (26 de diciembre del 2016, “Manufactura a la baja”, párr. 3). Este análisis de la columnista se puede corroborar en la siguiente tabla (véase la Tabla 7).

Tabla 7. Perú: Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales).

Fecha	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Alimentos y Bebidas	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Textil, Cuero y Calzado	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Madera y Muebles	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Industria de Papel e Imprenta	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Productos Químicos, Caucho y Plástico	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Metales no Ferrosos	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Metales Ferrosos	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Metales Ferrosos y Acero	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Metales Ferrosos y Equipo	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Industrias Diversas	Producción manufacturera por principales grupos industriales (variaciones porcentuales) - Manufactura No Primaria - Servicios Industriales
2007	16,1	11,9	16,6	16,7	18,1	15,5	14,3	8,2	23,1	30,4	25,9	
2008	8,6	7,1	-2,8	9,7	23,4	9,6	17,5	10,1	16,1	-5,0	10,6	
2009	-6,1	1,3	-13,7	-8,6	-10,3	-4,4	3,0	-21,9	-13,2	-4,3	7,1	
2010	16,2	9,1	28,5	13,2	17,7	9,2	18,0	3,3	31,7	-1,1	15,6	
2011	6,5	5,1	-12,6	5,5	7,7	6,8	4,4	-2,1	12,8	-0,4	15,1	
2012	4,3	5,1	-9,3	7,8	4,5	2,0	14,3	6,2	12,4	-1,7	6,8	
2013	3,7	1,0	-2,8	1,4	0,6	9,0	2,8	7,3	18,9	14,7	54,4	
2014	-1,5	1,8	18,9	-7,4	2,3	1,5	-0,3	5,5	-4,9	-7,2	-4,6	
2015	-2,6	0,0	-5,7	1,8	-5,9	-1,6	-2,1	-3,6	-3,9	-6,0	-7,0	
2016	-1,7	-0,2	-4,4	2,9	2,6	0,3	-0,1	2,2	-9,2	-9,9	-2,6	

Fuente: INEI / Ministerio de la Producción, con información disponible al 16 de octubre de 2018

Desde enero a diciembre del 2017, el grupo industrial conformado por el sector Textil, Cuero y Calzado presenta un decrecimiento del -3.4%. Por otro lado, el grupo industrial que comprende a los sectores Metálicos, Maquinaria y Equipo presenta un crecimiento del 0.4% (véase la Tabla 8).

Tabla 8. Perú: Producción Manufacturera (variaciones porcentuales)

	2016					2017						
	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ene.-Jun.
<b>MANUFACTURANO PRIMARIA</b>	<b>-0.5</b>	<b>-3.1</b>	<b>0.5</b>	<b>1.5</b>	<b>-1.7</b>	<b>1.3</b>	<b>-5.9</b>	<b>1.5</b>	<b>-9.1</b>	<b>-2.4</b>	<b>-3.3</b>	<b>-3.0</b>
<b>Textil, cuero y calzado</b>	<b>-2.0</b>	<b>-7.4</b>	<b>-3.4</b>	<b>3.8</b>	<b>-4.4</b>	<b>-2.0</b>	<b>-7.4</b>	<b>-1.1</b>	<b>-14.7</b>	<b>1.5</b>	<b>3.7</b>	<b>-3.4</b>
Hilados, tejidos y acabados	1.4	-8.3	-10.9	-4.9	-7.7	-8.5	-9.6	-3.0	-15.9	-1.4	3.7	-5.8
Tejidos y artículos de punto	-10.0	-6.8	-7.4	1.4	-10.2	-2.0	5.8	19.0	-13.1	11.0	4.1	4.6
Cuerdas, cordeles, bramantes y redes	-11.4	-14.2	15.7	22.1	3.3	13.2	-1.8	42.7	57.2	47.7	52.4	35.1
Cuero	-5.3	-18.0	-29.1	-38.4	-10.7	-17.7	-19.2	-5.5	-41.3	-28.2	44.0	-15.2
Prendas de vestir	-6.9	-7.2	-1.7	-6.6	-4.2	-4.7	-16.4	-8.1	-17.7	-9.6	-5.0	-10.2
Otros productos textiles	7.1	-5.9	1.2	-2.9	-1.0	7.4	-2.4	2.3	-6.8	27.4	11.6	7.3
Calzado	5.5	-2.4	12.8	39.3	4.1	22.9	46.9	21.2	0.1	31.0	18.1	22.0
<b>Industria del hierro y acero</b>	<b>-5.2</b>	<b>-6.6</b>	<b>2.3</b>	<b>-0.5</b>	<b>2.2</b>	<b>20.6</b>	<b>-2.9</b>	<b>-4.9</b>	<b>3.4</b>	<b>9.1</b>	<b>-7.3</b>	<b>2.7</b>
<b>Productos metálicos, maquinaria y equipo</b>	<b>-0.4</b>	<b>2.3</b>	<b>-17.9</b>	<b>12.9</b>	<b>-9.2</b>	<b>13.2</b>	<b>-13.7</b>	<b>8.9</b>	<b>-8.1</b>	<b>3.0</b>	<b>4.3</b>	<b>0.4</b>
Productos metálicos	-13.2	-3.0	-15.1	-1.0	-10.2	13.9	-21.6	4.2	-8.2	-2.6	6.4	-2.6
Maquinaria y equipo	19.6	149.5	0.6	123.6	-9.2	43.3	37.8	32.5	15.8	53.1	-2.5	28.4
Maquinaria eléctrica	14.7	24.7	-10.4	137.3	15.6	9.4	5.8	3.3	-21.0	-21.7	-3.4	-4.8
Material de transporte	28.3	-9.2	-33.3	-14.3	-16.2	1.4	-10.8	21.5	-10.8	19.7	3.7	4.7
<b>Manufacturas diversas</b>	<b>5.1</b>	<b>-1.0</b>	<b>-11.3</b>	<b>24.6</b>	<b>-9.9</b>	<b>2.9</b>	<b>12.4</b>	<b>15.4</b>	<b>9.0</b>	<b>43.8</b>	<b>16.8</b>	<b>16.8</b>
<b>Servicios industriales</b>	<b>-3.0</b>	<b>-6.7</b>	<b>47.1</b>	<b>0.6</b>	<b>-2.6</b>	<b>27.2</b>	<b>-22.6</b>	<b>-5.8</b>	<b>23.1</b>	<b>-8.8</b>	<b>-6.4</b>	<b>-0.2</b>

Fuente: INEI / Ministerio de la Producción

Dentro del grupo industrial Productos metálicos, maquinaria y equipo; se encuentra el rubro de productos metálicos. En este rubro, se encuentra la producción de utensilios de cocina a base de aluminio. Esta presenta un decrecimiento del 10.2% en el año 2016; y en enero-junio del 2017 un decrecimiento del 2.6%.

En el año 2016, el mayor porcentaje de empresas privadas se encontraba en la región de Lima. Siendo esta región poseedora de aproximadamente más del 50% según cifras del Ministerio del Trabajo. Esta información se observa en la siguiente tabla.



Tabla 9. Empresas en el Sector Privado por Meses, Según Regiones

REGIONES	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
AMAZONAS	1 190	1 189	1 199	1 208	1 218	1 223	1 229	1 235	1 245	1 230	1 232	1 234
ANCASH	5 849	5 866	5 884	5 890	5 929	5 907	5 955	5 975	5 981	5 955	5 967	5 959
APURIMAC	1 022	1 028	1 019	1 037	1 056	1 062	1 067	1 080	1 090	1 097	1 113	1 098
AREQUIPA	19 546	19 532	19 701	19 791	19 853	19 832	19 903	20 002	20 018	20 121	20 092	20 067
AYACUCHO	1 505	1 505	1 495	1 525	1 539	1 546	1 540	1 551	1 570	1 584	1 583	1 585
CAJAMARCA	3 870	3 856	3 885	3 924	3 957	3 993	4 020	4 059	4 037	4 063	4 074	4 068
CALLAO	8 449	8 474	8 536	8 549	8 630	8 593	8 678	8 682	8 702	8 731	8 698	8 684
CUSCO	7 269	7 268	7 309	7 404	7 485	7 475	7 523	7 572	7 639	7 682	7 705	7 684
HUANCAVELICA	287	285	291	289	293	295	302	305	301	302	295	298
HUÁNUCO	2 989	3 017	3 034	3 033	3 038	3 056	3 042	3 078	3 109	3 120	3 107	3 115
ICA	6 446	6 412	6 461	6 487	6 574	6 568	6 580	6 639	6 624	6 660	6 676	6 694
JUNÍN	6 083	6 084	6 095	6 119	6 206	6 241	6 222	6 264	6 284	6 290	6 289	6 287
LA LIBERTAD	14 259	14 312	14 335	14 414	14 582	14 526	14 561	14 574	14 643	14 692	14 759	14 815
LAMBAYEQUE	11 411	11 373	11 420	11 474	11 552	11 447	11 538	11 527	11 525	11 531	11 505	11 481
LIMA	152 802	152 871	153 374	153 842	154 973	154 459	155 353	156 124	156 566	156 675	156 590	156 448
LORETO	3 915	3 908	3 910	3 948	3 984	3 976	3 991	4 013	3 968	4 006	3 976	3 971
MADRE DE DIOS	1 244	1 273	1 296	1 311	1 332	1 341	1 354	1 359	1 372	1 368	1 390	1 387
MOQUEGUA	1 690	1 679	1 691	1 706	1 724	1 731	1 733	1 732	1 742	1 741	1 726	1 722
PASCO	1 176	1 175	1 176	1 190	1 193	1 181	1 192	1 198	1 198	1 222	1 216	1 223
PIURA	9 610	9 597	9 556	9 607	9 678	9 651	9 727	9 701	9 739	9 758	9 825	9 838
PUNO	2 809	2 852	2 874	2 917	2 955	2 956	2 987	2 990	2 991	3 008	3 034	3 038
SAN MARTÍN	4 557	4 592	4 616	4 652	4 698	4 678	4 704	4 727	4 744	4 771	4 814	4 790
TACNA	3 727	3 721	3 736	3 754	3 790	3 792	3 799	3 804	3 824	3 830	3 830	3 828
TUMBES	1 272	1 271	1 256	1 257	1 253	1 257	1 259	1 282	1 263	1 266	1 267	1 271
UCAYALI	3 143	3 148	3 166	3 185	3 218	3 195	3 206	3 210	3 208	3 211	3 213	3 191
NO DETERMINADO	1 089	1 253	1 376	1 523	1 702	1 843	1 208	1 291	1 372	1 503	1 690	1 827
TOTAL	277 209	277 541	278 691	280 034	282 412	281 824	282 673	283 974	284 755	285 417	285 666	285 603

Fuente: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo / OGETIC / Oficina de Estadística

En en esta región; un 86.44% (en promedio) son microempresas, y un 98,17% (en promedio) Mypes según cifras del Ministerio de Trabajo (Véase la Tabla 10).

Tabla 10. Promedio de Empresas en el Sector Privado por Tamaño, Según Regiones

REGIONES	TAMAÑO DE EMPRESA				TOTAL PROMEDIO MENSUAL
	1 - 10	11 - 100	101 - 499	500 a más	
AMAZONAS	1 153	62	4	-	1 219
ANCASH	5 457	438	27	4	5 926
APURÍMAC	986	72	4	2	1 064
AREQUIPA	18 217	1 494	132	29	19 872
AYACUCHO	1 420	117	7	-	1 544
CAJAMARCA	3 568	388	27	1	3 984
CALLAO	7 353	1 075	146	43	8 617
CUSCO	6 921	535	40	5	7 501
HUANCAVELICA	268	26	1	-	295
HUÁNUCO	2 869	184	8	1	3 062
ICA	5 972	530	45	22	6 568
JUNÍN	5 783	377	38	7	6 205
LA LIBERTAD	13 146	1 246	115	33	14 539
LAMBAYEQUE	10 855	568	46	14	11 482
LIMA	134 047	18 127	2 232	601	155 006
LORETO	3 550	373	37	4	3 964
MADRE DE DIOS	1 247	81	7	-	1 336
MOQUEGUA	1 579	124	14	1	1 718
PASCO	1 112	76	6	1	1 195
PIURA	8 749	849	74	19	9 691
PUNO	2 672	263	15	2	2 951
SAN MARTÍN	4 384	287	18	6	4 695
TACNA	3 539	234	10	4	3 786
TUMBES	1 158	100	6	1	1 265
UCAYALI	2 887	273	29	2	3 191
NO DETERMINADO	1 419	53	1	-	1 473
<b>TOTAL</b>	<b>250 312</b>	<b>27 952</b>	<b>3 087</b>	<b>799</b>	<b>282 150</b>

Fuente: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo / OGETIC / Oficina de Estadística

En la región de Lima, en diciembre del mismo año (2016), las actividades económicas que predominaban en las empresas privadas; eran las de las de comercio al por mayor y menor, reparación de vehículos automotrices; actividades empresariales, de bienes raíces y de alquiler; y las de las industrias manufactureras.

Tabla 11. Empresas de Lima Metropolitana en el Sector Privado por Meses, Según Actividad Económica

ACTIVIDAD ECONÓMICA	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA Y SILVICULTURA	1 326	1 316	1 324	1 320	1 324	1 326	1 331	1 328	1 332	1 332	1 329	1 326
PESCA	261	251	250	246	242	242	264	241	247	244	255	256
EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	979	977	978	976	980	972	964	967	966	966	968	969
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	19 909	19 855	19 856	19 891	19 995	19 952	19 951	20 003	19 987	20 012	19 979	19 935
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	222	225	222	225	229	230	230	230	236	240	245	250
CONSTRUCCIÓN	6 368	6 364	6 304	6 360	6 458	6 442	6 433	6 469	6 486	6 486	6 451	6 456
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR, REP. VEHÍC. AUTOM.	43 538	43 426	43 450	43 526	43 833	43 670	43 726	43 936	44 037	44 054	44 062	44 029
HOTELES Y RESTAURANTES	7 190	7 180	7 196	7 206	7 232	7 185	7 214	7 223	7 272	7 276	7 269	7 294
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	11 253	11 308	11 314	11 330	11 414	11 356	11 395	11 427	11 497	11 514	11 500	11 477
INTERMEDIACIÓN FINANCIERA	792	795	790	794	798	799	805	805	796	795	803	800
ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	31 549	31 605	31 676	31 770	31 978	31 867	31 933	32 107	32 173	32 186	32 174	32 110
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEFENSA	104	106	106	109	110	108	109	107	109	110	112	110
ENSEÑANZA	3 212	3 197	3 502	3 584	3 625	3 638	3 645	3 667	3 662	3 673	3 662	3 661
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	4 989	5 024	5 036	5 078	5 106	5 102	5 138	5 153	5 176	5 191	5 186	5 199
OTRAS ACTIV. SERV. COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES	16 376	16 482	16 549	16 590	16 781	16 712	16 808	16 971	17 027	17 058	17 043	17 028
HOGARES PRIVADOS CON SERVICIO DOMÉSTICO	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
ORGANIZACIONES Y ORGANOS EXTRATERRITORIALES	67	68	69	68	69	66	69	68	69	70	70	70
NO DETERMINADO	499	497	502	497	499	497	1 023	1 075	1 115	1 118	1 100	1 086
<b>TOTAL</b>	<b>148 639</b>	<b>148 681</b>	<b>148 128</b>	<b>148 674</b>	<b>150 677</b>	<b>150 168</b>	<b>151 042</b>	<b>151 781</b>	<b>152 192</b>	<b>152 310</b>	<b>152 213</b>	<b>152 062</b>

Fuente: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo / OGETIC / Oficina de Estadística

Jessica Luna, gerente general de la Sociedad de Comercio Exterior del Perú (Comex), menciona que el 83.1% del total de mypes del país son informales. Para ella; una solución a este problema, sería que la Sunat se acercará al contribuyente, así como también la desburocratización de sus procesos haciéndolos más simples para las personas (La República, 25 de Agosto de 2016, párr.2-4).

Para Román Miu, director de la Sociedad Nacional de Industrias (14 de septiembre de 2017), menciona que las principales debilidades de las mypes industriales son que un 70% de estas son informales, el 95.7% no trabajan con una norma técnica y, por eso no poseen estándares de calidad (párr.7).

Para el Portal PQS elaborado por la Fundación Romero con información útil para nuevos empresarios y emprendedores, en su artículo titulado “Problemas que impiden que las pymes logren el éxito” publicado el 29 de mayo, refiere que problemas más comunes que impiden a una pyme desarrollarse son:

1. La falta de conocimiento del mercado
2. La falta de organización interna
3. La falta de producción planificada
4. Mala distribución del trabajo

5. Contabilidad Deficiente
6. Falta de innovación tecnológica
7. Falta de Financiamiento
8. La falta de una correcta planificación de compras:

La omisión de técnicas de pronósticos para saber cuál será la demanda de un producto en un período de tiempo incrementa el costo de mantenimiento o escasez del inventario. Así como también, la falta de una programación de la producción disminuye la utilización de las máquinas, mano de obra; y por ende los plazos de entrega son mayores. La calidad es otro problema que refiere el portal, al no existir estándares de desempeño se ocasiona defectos de calidad y tiempo total improductivo.

Manufacturas Titanio S.A.C. es una empresa que fabrica y comercializa ollas, cacerolas y sartenes a nivel nacional. En un comienzo, la empresa sólo contaba con una planta de fabricación; pero debido al incremento del volumen y diversidad de la demanda se acondicionó una vivienda contigua como lugar de fabricación. No obstante, a pesar de que las mayorías de las máquinas se encuentren en sólo uno de las plantas, existen transportes de material excesivos de una estación de trabajo a otra; debido a que el tipo de disposición que predomina en dicha planta es la de procesos.

La empresa se encuentra en operación desde hace ocho años; no obstante está no cuenta con procedimientos e instructivos que soporten las tareas ejecutadas por los trabajadores. Es así que, la capacidad de planta de la empresa no se aprovecha del todo debido a la baja productividad de la mano de obra, que no cuenta con instructivos de trabajo. Así como también, la falta de conocimiento de los tiempos estándares por partes del supervisor de producción ocasiona que no se controle efectivamente la productividad.

Otro problema, que presenta la empresa es que posee máquinas complejas que deben ser operadas por dos personas; contando una de ellas con una gran cantidad de tiempo inactivo. Por otro lado, al ser el sistema de salarios para las operaciones ejecutadas en el Torno y la Lijadora de naturaleza mixto; hace que muchas veces los operarios por obtener una tasa de producción mayor, generen productos no conformes, muchos de los cuales se reprocesan. Es por esta y otras razones, que se piensa que la empresa tiene una baja productividad.

Para Niebel (2009) un proyecto de mejora debe justificarse económicamente, técnicamente y humanamente. Particularmente suelen ser éstos productos con un alto costo de manufactura y un bajo margen (p.6).

.La Tabla 12, presenta la Clasificación ABC de la línea de ollas de aluminio de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C., basado en el beneficio total.

Tabla 12. Clasificación ABC de la los productos de la línea de ollas de aluminio de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C. – Ventas Enero- Diciembre 2017

Código	Beneficio Total	%Art. Acum	% Benef Acum	Clase
O60N	S/. 55,302.00	3%	20.0%	A
O40N	S/. 33,266.28	6%	32.0%	A
O50N	S/. 29,421.00	9%	42.7%	A
O46N	S/. 25,148.16	11%	51.8%	A
O60AN	S/. 15,972.00	14%	57.5%	A
O36N	S/. 13,114.24	17%	62.3%	A
O32N	S/. 10,063.38	20%	65.9%	A
O55N	S/. 9,075.00	23%	69.2%	A
O24E	S/. 8,690.00	26%	72.4%	A
O60E	S/. 8,640.00	29%	75.5%	A
O28N	S/. 7,956.96	31%	78.4%	A
O22E	S/. 7,880.00	34%	81.2%	B
O30N	S/. 7,716.55	37%	84.0%	B
O26E	S/. 5,925.00	40%	86.1%	B
O16E	S/. 5,292.00	43%	88.1%	B
O20E	S/. 4,824.00	46%	89.8%	B
O70N	S/. 4,200.00	49%	91.3%	C
O18E	S/. 3,780.00	51%	92.7%	C
O55N	S/. 2,610.00	54%	93.6%	C
O26N	S/. 2,490.00	57%	94.5%	C
O24N	S/. 2,220.00	60%	95.3%	C
O20N	S/. 1,937.00	63%	96.0%	C
O40E	S/. 1,660.00	66%	96.6%	C
O36E	S/. 1,440.00	69%	97.2%	C
O18N	S/. 1,320.00	71%	97.6%	C
O70E	S/. 1,050.00	74%	98.0%	C
O22N	S/. 1,036.00	77%	98.4%	C
O32E	S/. 962.00	80%	98.7%	C
O16N	S/. 872.00	83%	99.1%	C
O30E	S/. 675.00	86%	99.3%	C
O28E	S/. 672.00	89%	99.5%	C
O50E	S/. 450.00	91%	99.7%	C
O46E	S/. 360.00	94%	99.8%	C
O14E	S/. 286.00	97%	99.9%	C
O50AN	S/. 168.00	100%	100.0%	C

Fuente: Manufacturas TITANIO S.A.C

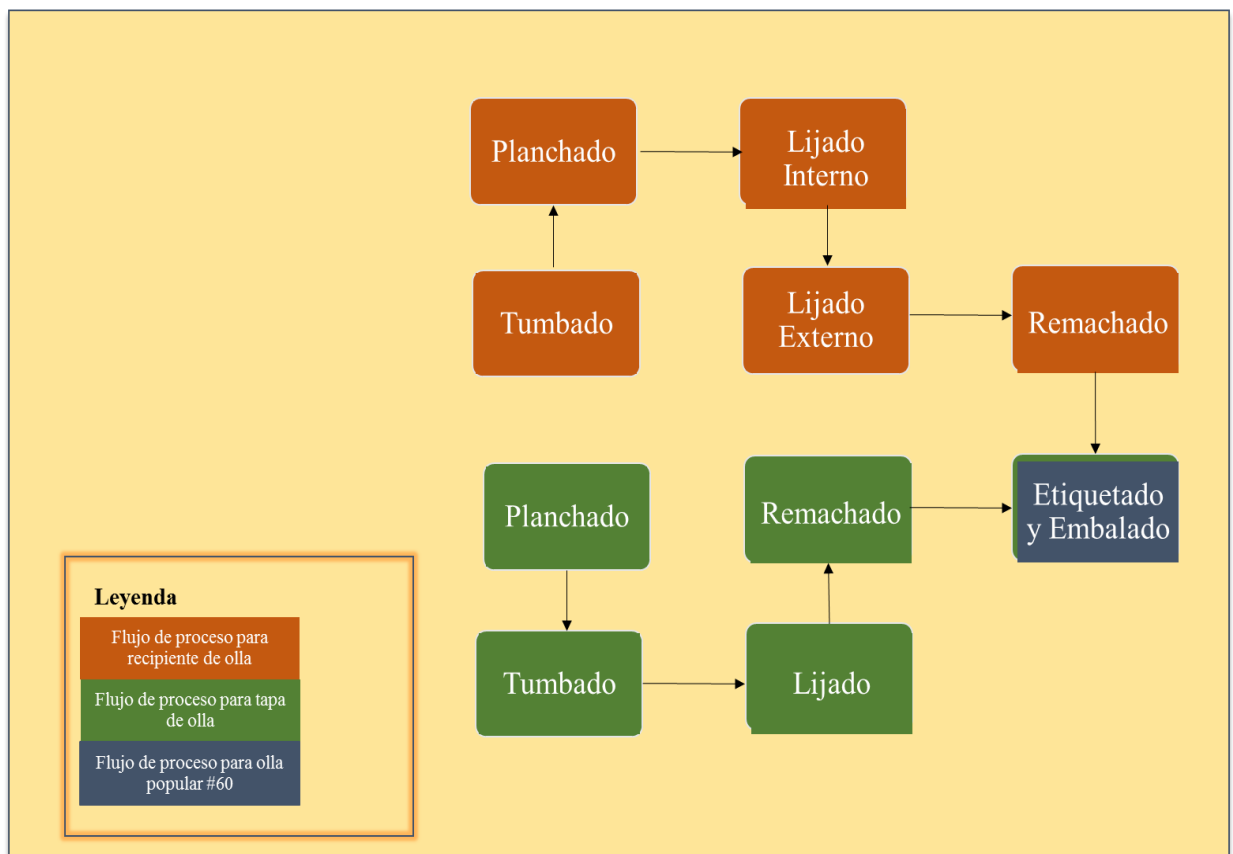
Elaboración Propia

De la Tabla 12, se observa que el producto con el mayor beneficio anual es la olla popular #60. Es así que, el proceso de fabricación a mejorar será el de dicho producto.

Para analizar los problemas y/o oportunidades que presenta el proceso de fabricación de la O60N se ejecutó el siguiente procedimiento:

1. Elaborar un diagrama de flujo del proceso, desde que inicia la transformación del material hasta que el producto se encuentra terminado.

Figura 1. Flujo del proceso de la olla popular #60.



*Elaboración propia*

2. Identificar los síntomas de desperdicios de cada actividad del flujo del proceso anterior.

Tabla 13. Tipos de desperdicio y sus síntomas en el flujo del proceso de la olla popular #60

		Desperdicios					
		Sobreproducción	Esperas	Transportación	Inventarios	Movimientos	Retrabajo
PIEZA	ACTIVIDAD	Síntomas					
RECIPIENTE DE OLLA	Tumbado		Un operario espera a otro operario para poder empezar su trabajo, Paradas de máquinas, desabastecimiento de MP		Grandes cantidades de WIP, y grandes áreas destinadas a su almacenamiento	Se realizan esfuerzos para alcanzar las herramientas	Reprocesos, inventario acumulado específicamente para ser reprocesado
	Planchado			Largas distancias recorridas por las partes en proceso			
	Lijado Interno					Búsqueda de herramientas	
	Lijado Externo						
	Remachado						
TAPA DE OLLA	Tumbado		Parada de máquinas		Grandes cantidades de WIP	Se realizan esfuerzos para alcanzar las herramientas	
	Planchado		Parada de máquinas	Largas distancias recorridas por las partes en proceso			Búsqueda de herramientas
	Lijado						
	Remachado						
	Etiquetado y Embalado	Grandes cantidades de PT					

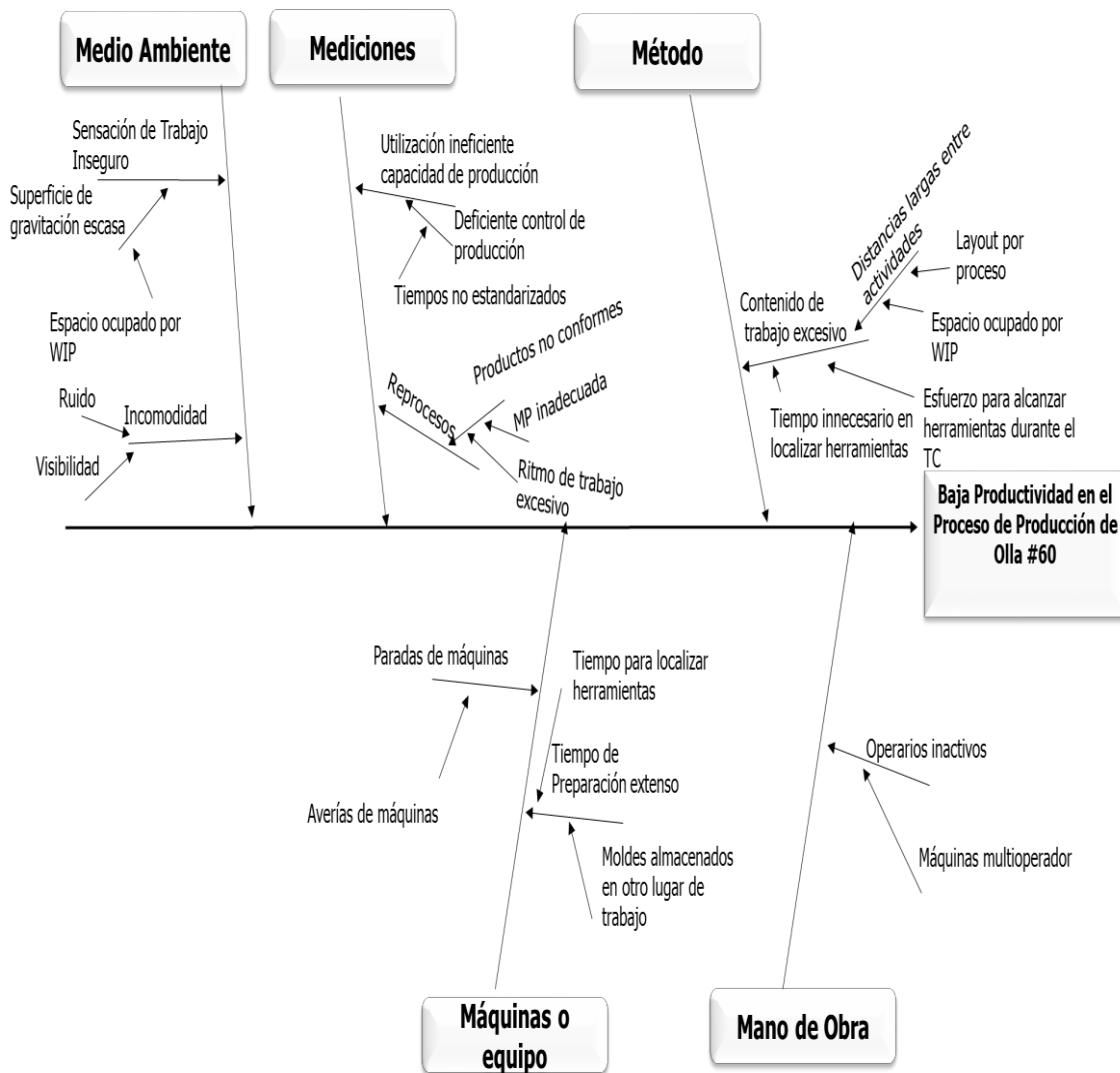
Elaboración Propia



3. Identificar las posibles causas que generan los desperdicios encontrados y la baja productividad en el proceso de fabricación de la olla popular #60.

3.1 Elaborar el Diagrama causa-efecto utilizando el método de construcción de las 6M (Ver Figura 2)

Figura 2. Diagrama de causa-efecto para el proceso de fabricación de Olla popular #60



Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia

3.2 Elaborar una Matriz Relacional, que permita medir la magnitud de las causas raíces encontradas en el Diagrama causa-efecto.



Tabla 14. Matriz Relacional de las causas encontradas

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Frecuencia
C1		1	1	1	1	1	1	1	1	8
C2	0		1	1	1	1	1	1	1	7
C3	0	0		1	1	1	1	1	1	6
C4	0	0	0		0	0	0	1	0	1
C5	0	0	0	0		0	0	0	1	1
C6	0	0	0	0	0		1	0	0	1
C7	0	0	0	0	0	0		0	0	1
C8	0	0	0	0	0	0	1		1	1
										26

Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia

3.3 Elaborar el Diagrama de Pareto, para identificar las causas vitales, que ocasionan la baja productividad en el proceso de fabricación de O60N-U (Ver Figura 2).

Tabla 15. Número de Ocurrencias de las causas encontradas

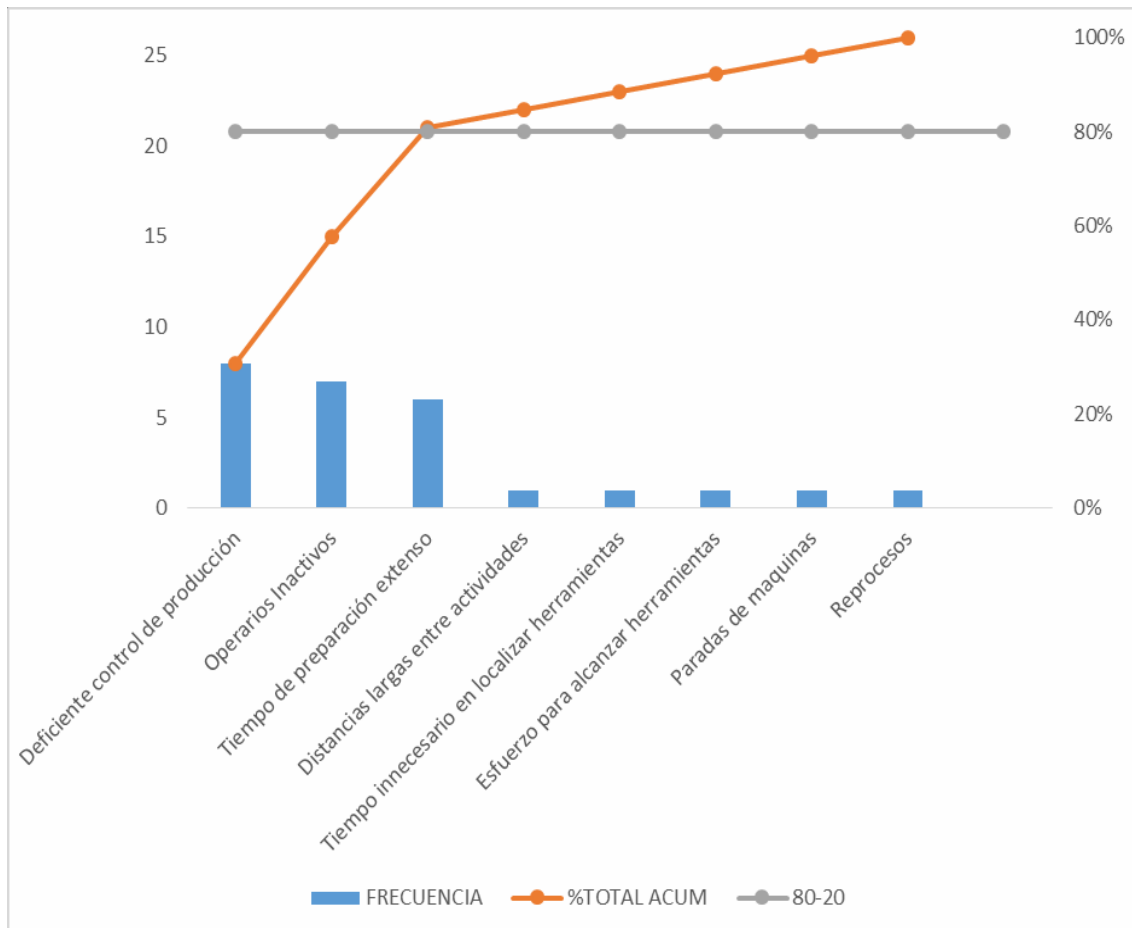
CAUSAS		FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUM.	% TOTAL	%TOTAL ACUM
C1	Deficiente control de producción	8	5	31%	31%
C2	Operarios Inactivos	7	15	27%	58%
C3	Tiempo de preparación extenso	6	21	23%	81%
C4	Distancias largas entre actividades	1	22	4%	85%
C5	Tiempo innecesario en localizar herramientas	1	23	4%	88%
C6	Esfuerzo para alcanzar herramientas	1	24	4%	92%
C7	Paradas de maquinas	1	25	4%	96%
C8	Reprocesos	1	26	4%	100%
TOTAL		26		100%	

Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia

En la gráfica de Pareto, se observa que el 80% de los problemas de baja productividad se debe a un deficiente control de la producción, operarios inactivos y tiempo de preparación extenso.

Figura 3. Diagrama de Pareto de las causas encontradas



Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia

## 1.2.- Trabajos Previos

TORRES Gallardo, Ruben. **“Propuesta de Mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica”**. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2014. 143 pp.

En la presente investigación, se propuso un programa de mejora continua en el proceso de fabricación de pernos especiales, en base al uso de herramientas de manufactura esbelta: 5S's, SMED y Poka Yoke. El objetivo fue reducir el tiempo de ejecución del setup de las máquinas, y por ende, disminuir el tiempo de fabricación. La primera técnica a implementar, en el área piloto, fueron las 5's, y posteriormente el SMED en una máquina perteneciente a dicha área. El Poka Yoke se aplicó, en una etapa avanzada de las 5'S, para dar soporte y ajuste al programa. No obstante, ésta técnica se aplicó paralelamente a la implementación del SMED; para así optimizar los tiempos setup. Los resultados de la investigación fueron, una disminución del tiempo de Setup de 30.491 min. a 13.717 min.; generando así un aumento de la productividad operativa del área piloto. Esto ocasionado por la reducción del tiempo de ubicación de útiles y el tiempo de limpieza de útiles, para Setup. Esta propuesta, obtuvo un VAN de S/6,900.7 y una TIR del 71%. Finalmente, se recomendó, dar seguimiento a los tiempos establecidos en la máquina piloto, hasta estar seguros de que el personal ejecute correctamente este procedimiento estándar.

CHANG Torres, Almendra. **“Propuesta de Mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño”**. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Escuela de Ingeniería Industrial, 2016. 127 pp.

La presente investigación tuvo como objetivo; analizar la situación actual del proceso de producción de la empresa; y, en base a eso, mejorar el proceso productivo actual. En la etapa de diagnóstico de la situación actual, se determinó que la planta tenía ventas perdidas y pedidos atrasados, porque la capacidad real de la planta era de 35%. Es así que se implementan las herramientas del Estudio de tiempos, y de Movimientos, Redistribución de planta, Balanceo de Líneas de producción, PMP, MRP; con la finalidad de incrementar la productividad en la fabricación de sandalias de baños. Los resultados de la investigación, fueron el incremento de la capacidad real a 47%. Este último incremento, permitió cubrir el 61% de la demanda actual, entregando los pedidos a tiempo. Asimismo, también se incrementó la productividad de los demás recursos; máquina en 35% y mano de obra en un 68%. Por otro lado, las eficiencias también aumentaron, se llegó a reducir en un 81% los tiempos ociosos, reduciéndose así el tiempo de procesamiento del cuello de botella en un 25%. Es así que la propuesta, obtuvo un VAN de S/. 47,781 y una TIR del 22%.

CURILLO Curillo, Miriam. **“Análisis y Propuesta de Mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales Facopa”**. Tesis (Título de Ingeniería Comercial). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Administración, 2014. 172 pp.

El objetivo de la presente investigación fue analizar la productividad actual del proceso de fabricación de hornos industriales, para posteriormente proponer un plan de mejora de ésta. Éste análisis, se realizó mediante el método de las 5 M. Es así que, se propone la contratación de un jefe de planta, para mejorar la administración de operaciones de la planta. Así como también, el establecimiento de un Programa de Mantenimiento preventivo para el equipo y herramientas. El mejoramiento de la línea de stock de repuestos de las máquinas, es otra medida. Por su parte, para el control del inventario materia prima se propone el uso de hojas de kardex. Las otras medidas propuestas, no menos importantes, fueron la estandarización de los procesos de fabricación, la gestión de calidad, capacitación de operarios, establecimiento de un sistema de evaluación del desempeño, señalización de pisos y paredes y, finalmente, mejorar el sistema de ventilación de el área de pintado. Los resultados de la implementación de este plan de mejora, son: incremento de la productividad total de 4.38%, 11.1% y 0.84%, en la fabricación de hornos panorámico, hornos de 4 latas industrial y hornos de 6 latas industrial; respectivamente.

ARANA, Luis. **“Propuesta mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje”**. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad San Martín de Porras, facultad de Ingeniería, 2014.

Su objetivo fue incrementar el nivel de producción de la empresa, puesto que la demanda presenta una tendencia positiva; por ende la empresa tuvo que elevar su capacidad producción, para esto se aplicó el ciclo de Deming. La metodología PHVA controla la variabilidad del proceso, para luego encontrar alternativas de mejora. La aplicación de el estudio de tiempos, disminuyó el tiempo de fabricación en un 16%. El resultado de la investigación, fue un incremento de 1.01% en la productividad, así como también el aumento de un 31% de la eficacia.

REYES, Paula. **“Propuesta análisis y mejora de procesos en una empresa embotelladora de bebidas rehidratantes”**. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2012.

Esta investigación describe analiza la situación actual, y propone alternativas de mejoras en el proceso de fabricación de bebidas rehidratantes. El resultado del análisis fue tiempo excesivo por paradas de, y además gran cantidad desperdicio de los componentes del envase. La herramienta SME implementó para la reducción del tiempo setup para la operación de cambio de formato. También, se presentaron otras mejoras como eliminación de transporte por herramientas, calibrado de máquinas, y un programa de capacitación para los trabajadores del proceso; en consecuencia se redujó en un 52% las paradas de la planta. Por otro lado, la reducción de la merma se logró mediante la aplicación de límites de control, estabilizando así el proceso y asegurando la calidad. La sinergia entre las técnicas, lograron la obtención de un tiempo mayor para producir, incrementando así la rentabilidad de la empresa.

ALEGRE, Jhosep. **“Propuesta de Mejora en el proceso de en la línea de producción en una empresa de calzado industrial y militar”**. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2014.

La presente investigación tuvo como objetivo; elaborar un diagnóstico actual del sistema de producción de la empresa. En base a eso, se desarrolló un plan para la mejora de una línea de producción. Las operaciones con los tiempos de procesamiento más extensos fueron :inyectado, pulido y la regulación de los relojes en la máquina inyectora y también que una causa origen de las no conformidades de los calzados, es que no se siguen los procedimientos de producción, particularmente el trabajo de inyectado, así como también la falta de capacitación del personal para dichas tareas, el vencimiento del material y la falta un programa de mantenimiento para las máquinas inyectoras. Las pérdida de reproceso, para Wellco Peruana, ascienden a S/ 88 856, y por retornos a la tienda por parte de los clientes de zapatos usados es S/ 31 230 y las devoluciones de zapatos nuevos cuesta S/ 17 717 y el costo de oportunidad perdida que tiene es de S/ 108 000 lo que hace un total de pérdida de S/ 245 803 anuales. Es así que se aplicó el ciclo PEVA (Planificar, Ejecutar, Verificar y Actuar), y la técnica de las las 5´S . Se logró un ahorro de aproximadamente 3 mil soles por mes. Es así que, el VAN fue positivo y el Beneficio/ Costo superior a 1. Siendo el período de recuperación 2 años y medio.

SALAS, Mario. **“Análisis y mejora de los procesos de mercadería importada del centro de distribución de una empresa retail”**. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013, 103 pp. La finalidad de la investigación fue diagnosticar los procesos operativos del centro de distribución en relación a la mercadería importada, con el objetivo de elaborar una propuesta de mejora para reducir el lead time sin aumentar los costos. En conclusión se logró la reducción del tiempo de entrega en un 20%, mejorando los procesos logísticos de la empresa.

RAMIREZ, Anayeli. **“Estudio de tiempos y movimientos en el área de evaporador de la empresa SEAH PRECISIÓN MÉXICO S.A.”** Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Santiago de Querétaro, México: universidad Tecnológica de Querétaro, 2010. Su objetivo fue disminuir tiempos muertos, incrementando la capacidad y elevando el índice de eficacia en el proceso de evaporación.

Se concluyó que se logra cumplir con el 96,59% de la capacidad requerida del día, aumentando un 85% en su eficacia.

GUAMANQUISPE, Juan. **“Gestión de Procesos para incrementar la capacidad de producción en el área de tinturado y acabados en la empresa textil Andelas Cía. LTDA”**. Tesis (Título Ingeniero Industrial) Ecuador: Universidad Técnica de Ambato Ecuador, 2012.

Es una investigación aplicada, semejante al estudio propuesto. La investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, fue una investigación de campo. El objetivo general de esta tesis, fue Innovar la Gestion de Procesos para incrementar la capacidad de producción en el área de tintura ya acabados en la empresa textil “Andelas” Cía, Ltda. Las conclusiones fueron desalentadoras en términos de implantación, puesto que no existía un compromiso de la Alta Dirección. Sin embargo, se logró observar que con una innovación en la gestión de procesos bien definida, establecida e implementada apropiadamente para la empresa y que este conforme a las expectativas de los clientes se logrará reducir los tiempos improductivos e incrementar la capacidad de producción

Miniguano, José. **“Gestión por Procesos para el Área de Producción de la Empresa Textil Tex-Moda”**. Tesis (Título Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización),

Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2014. El tipo de investigación es aplicada, con características de modalidad de campo. Su objetivo general fue Diseñar una Gestión por Procesos para el área de producción de la empresa Textil Tex- Moda. Las conclusiones resultantes fueron, en resumen, que se logró una mejora notable mediante el uso de diagramas de flujo de actividades, procedimientos, instructivos de trabajo, registros e indicadores establecidos en el estudio

### 1.3.- Teorías relacionadas

La Gestión por Procesos es la esencia de las normas ISO 9001 del año 2000 como del Modelo EFQM de Excelencia. Se puede mejorar la forma de gestionar una organización mediante la implementación de estos estándares. (Instituto Andaluz de Tecnología, s.a., p.4).

Entre los principios básicos de la Gestión de la Calidad, establecidos en las norma ISO 9001:2015; se recalca la importancia de tener un *“enfoque basado en procesos”*. Puesto que según esta norma **“un resultado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos se gestionan como un proceso” (p.15)**. Así como también, se recalca la importancia de la **mejora**. Ésta constituye otro de los principios fundamentales de esta norma. El capítulo 8.5 del estándar ésta dedicado a la mejora. Los puntos de este capítulo, son los siguientes: 8.5.1. Mejora continua, 8.5.2 Acción correctiva y 8.5.3 Acción preventiva.

La ISO 9001:2015 define un proceso como “un conjunto de actividades mutuamente interrelacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (p.15). Por su parte la EFQM – European Foundation Management, lo define como “organización lógica de personas, materiales, energía, equipos y procedimientos en actividades de trabajo diseñadas para generar un resultado específico”.

La ISO 9000:2015 en sus términos relativos a la actividad, menciona dos tipos de mejora: la mejora y la mejora continua. Para esta norma, la **Mejora** es una “actividad para mejorar el **desempeño**”; mientras que la **Mejora Continua** es una “actividad recurrente para mejorar el desempeño” (p.18). Al respecto la ISO 9000:2015 en una nota, ubicada debajo de la definición del primer término; refiere que la actividad para la mejora puede ser

recurrente o puntual. La recurrencia de la mejora (Mejora continua) se encuentra en función del proceso de establecer objetivos y de encontrar oportunidades para la mejora

“[...] La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección [...] (ISO 9001:2015, p.24).

La mejora es el objetivo de una acción correctiva y/o preventiva. Estas acciones son las salidas del proceso de establecer objetivos y de encontrar oportunidades para la mejora. En el cual sus entradas provienen de los hallazgos y conclusiones de la auditoría, del análisis de los datos, de las revisiones por la dirección u otros medios (p.18).

La ISO 9000: 2015, identifica dos tipos de acciones: acciones correctivas y preventivas. La acción correctiva es la “acción para eliminar una no conformidad y evitar que vuelva a ocurrir”. Por otro lado, la acción preventiva es la “acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencial no deseable” (p.31).

En la cultura japonesa, el término *Kaizen* significa “mejora”. Mientras que en occidente, significa “mejora continua” (Soconini, 2008, p.129). “En la cultura japonesa todos tienen claro (por tradición) que al hablar de mejora se habla de cambios constantes, mientras que en occidente se tiene la costumbre de especificar lo que se necesita” (Soconini, 2008, p.129).

Soconini (2008), La mejora de procesos es el objetivo de un evento *kaizen*. Son acciones unidas por eslabones de equipos de trabajo. Es así que, los encargados de mejorar su trabajo son los propios responsables de los procesos y sus operarios. Para esto, se implementan herramientas que logran:

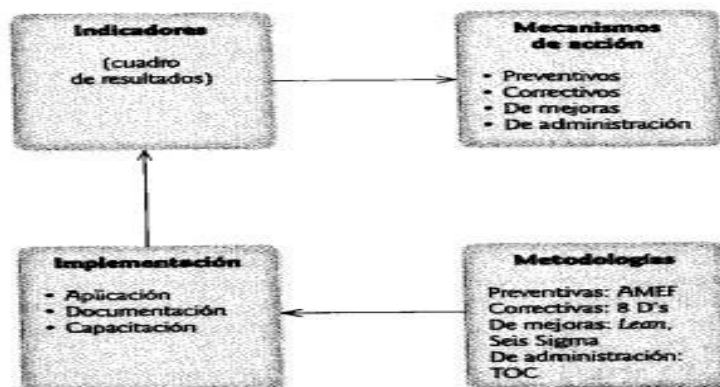
- Reducir los desperdicios (menos mudas)
- Mejorar la calidad y reducir la variabilidad (menos muras)
- Mejorar las condiciones de trabajo (menos muris)

En la realización de estos eventos *kaizen*, surgirá la oportunidad de aplicar herramientas *Lean*. (p.129).



Socconini (2008, p.53), propone un modelo para el inicio de un proceso de aprendizaje continuo y de la toma de decisiones mediante la interpretación a corto plazo del significado de los métricos (Véase la Figura 4).. El enfoque basado en hechos para la toma de decisión, es otro de los principios de la gestión de la calidad (ISO 9000:2015, p.4).

Figura 4. Esquema para el aprendizaje continuo y toma de decisiones en base a métricas



*Fuente: Socconini, 2008, 55.*

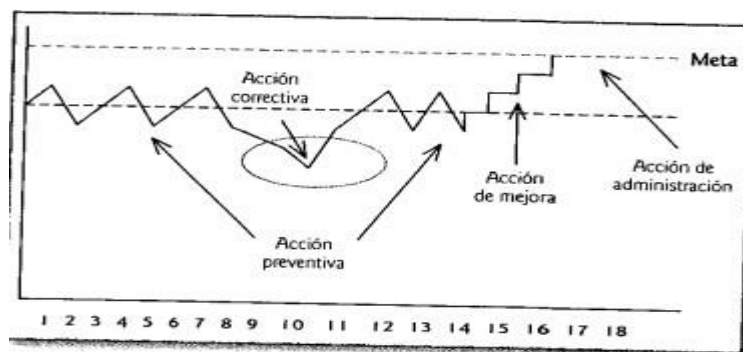
*Elaboración Propia*

Socconini (2008, p.53) identifica 4 tipos de acciones para mejorar el resultado de una métrica: acciones preventivas, correctivas, de mejora y de administración. El criterio para realizar cualquiera de estas acciones, depende del comportamiento del indicador objetivo.

Los mecanismos de acción correctiva se utilizan cuando un indicador presenta una desviación; con la finalidad de restablecer la situación a la normalidad. Estos mecanismos se suelen implementar mediante metodologías de solución de problemas: PHVA, 8 pasos y 8 D's. Luego de corregir la desviación, se recomienda implementar una acción preventiva para impedir que se vuelva a manifestar, tal como el análisis del modo y efecto de fallas (AMEF) Socconini (2008, p.53-54).

La implementación de una acción de mejora se realiza cuando solamente se necesita un esfuerzo extra para lograr la meta. Es así que, el proceso esbelto es utilizado para incrementar los niveles de resultados. Finalmente, la de administración consiste en controlar las mejoras o resultados La figura 5, gráfica los diferentes tipos de acciones y sus relaciones con las métricas de desempeño.

Figura 5. Tipos de acciones y sus relaciones con las métricas de rendimiento



Fuente: Socconini, 2008, p.54.

Elaboración Propia

### 1.3.1.- Mejora de Procesos

“El mejoramiento de los procesos es el estudio sistemático de las actividades y flujos de cada proceso a fin de mejorarlo” (Krajewsky, 2008, p. 142). Para Krajewsky, Ritzman y Malhotra, el primer paso para mejorar un proceso, es comprenderlo (2008, p.142).

Summers (2008), enuncia los siguientes lineamientos para alcanzar la competitividad en los negocios “[...] identificar los procesos que desperdician recursos y mejorarlos. Los procesos que proporcionan los productos y servicios deben mejorarse con la intención de evitar defectos e incrementar la productividad al reducir el tiempo que toma un ciclo del proceso y eliminar el desperdicio [...]” (p.212). Para Summers (2008), la clave para mejorar procesos en enfocarse en éstos desde la perspectiva del cliente e identificar y eliminar las actividades que no agregan valor (p.212).

Los ingenieros japoneses, han agrupado los problemas que limitan la productividad en tres grupos, denominados las 3 “Mu”: *MURI* (*Sobrecarga*), *MURA* (*Variabilidad*) y *MUDA* (*Desperdicio*).

El *MURI* (*Sobrecarga*), es generado por la imposición de una excesiva carga de trabajo a los recursos de una organización; muy por encima de su capacidad. En consecuencia, se disminuye la productividad, debito al agotamiento del personal, máquinas, etcétera.

El valor es lo único que esperan los clientes internos y externos, de los procesos de una organización (Villaseñor, 2007, p.20). Un proceso es un “conjunto de actividades

mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (ISO 9000:2015, p.20). El proceso esbelto, como denomina Gutiérrez Pulido al *lean*, examina los procesos desde una perspectiva de cliente. La adopción de este enfoque, posibilita el discernir entre las actividades que agregan valor y las que no (Villaseñor, 2007, p.20). Las VA son las cuales, por las que el cliente está dispuesto a pagar. “Las VA son aquellas que producen directamente un cambio que el cliente desea, al grado que esté dispuesto a pagar por ese esfuerzo (Socconini, 2008, p.29). Todas las demás actividades, que generan costos, se considera un desperdicio o *MUDA* (Gutiérrez, , 2010, p.96). Ohno (1998), identifica siete tipos de desperdicios: sobreproducción, esperas, transportación, sobreprocesamiento, inventarios, movimientos y retrabajos. Gutiérrez (2010), en base a Drew (2004), elaboró la siguiente tabla (Véase Tabla 16) donde muestra una breve descripción de cada desperdicio, sus síntomas, posibles causas y algunas ideas y herramientas para reducirlos.

Tabla 16. Tipos de desperdicio, síntomas, posibles causas e ideas y herramientas para eliminarlas

Tipo de desperdicio	Síntomas	Posibles causas	Ideas y herramientas
<b>Sobreproducción</b> Producir mucho o más pronto de lo que necesita el cliente	Se producen muchas partes y/o se producen con mucha anticipación Las partes se acumulan incontroladamente en inventarios Tiempo del ciclo extenso Tiempos de entrega pobres	Mucho tiempo para adaptar el proceso para que produzca otro modelo o parte Tamaño grande de lotes Pobre programación de la producción o de las actividades Desbalance en el flujo de materiales	Justo a tiempo SMED Reducir tiempos de preparación, sincronizar procesos, haciendo sólo lo necesario
<b>Esperas</b> Tiempo desperdiciado (de máquinas o personas), debido a que durante ese tiempo no hubo actividades que le agregaran valor al producto	Trabajadores en espera de materiales, información o de máquinas no disponibles Operadores parados y viendo las máquinas producir Grandes retrasos en la producción Tiempos de ciclo extensos	Tamaño de lote grande Mala calidad o malos tiempos de entrega de los proveedores Deficiente programa de mantenimiento Pobre programación	Eliminar actividades innecesarias, sincronizar flujos, balancear cargas de trabajo, trabajador flexible y multihabilidades, organizar el proceso en forma Kanban
<b>Transportación</b> Movimiento innecesario de materiales y gente	Mucho manejo y movimiento de partes Daños excesivos por manejo Largas distancias recorridas por las partes en proceso Tiempos de ciclo extensos	Procesos secuenciales que están separados físicamente Pobre distribución de planta Inventarios altos La misma pieza en diferentes lugares	Procesamiento en flujo continuo, sistemas Kanban y distribución de planta para hacer innecesario el manejo/transporte
<b>Sobreprocesamiento</b> Esfuerzos que no son requeridos por los clientes y que no agregan valor	Ejecución de procesos no requeridos por el cliente Autorizaciones y aprobaciones redundantes Costos directos muy altos	Diseño del proceso y el producto Especificaciones vagas de los clientes Pruebas excesivas Procedimientos o políticas inadecuados	Simplificar proceso y eliminar actividades y operaciones que no agregan valor

Tabla 17. Continuación

<b>Inventarios</b> Mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos del cliente	Inventarios obsoletos Problemas de flujo de efectivo Tiempos de ciclo extensos Incumplimiento en plazos de entrega Muchos retrabajos cuando hay problemas de calidad	Sobreproducción Pobres pronósticos o mala programación Niveles altos para los inventarios mínimos Políticas de compras Proveedores no confiables Tamaño grande de lotes	Acoratar tiempos de preparación y respuesta; organizar el proceso en forma Kanbar; aplicar Justo a Tiempo
<b>Movimientos</b> Movimiento innecesario de gente y materiales dentro de un proceso	Búsqueda de herramientas o partes Excesivos desplazamientos de los operadores Doble manejo de partes Baja productividad	Pobre distribución de las celdas de trabajo, herramientas y materiales Falta de controles visuales Pobre diseño del proceso	Organización de celdas de trabajo, procesamiento en flujo continuo; administración visual
<b>Retrabajo</b> Repetición o corrección de un proceso	Procesos dedicados al retrabajo Altas tasas de defectos Departamentos de calidad o inspección muy grandes	Mala calidad de materiales Máquinas en malas condiciones Procesos no capaces e inestables Poca capacitación Especificaciones vagas del cliente	Control estadístico de procesos; mejora de procesos; desarrollo de proveedores

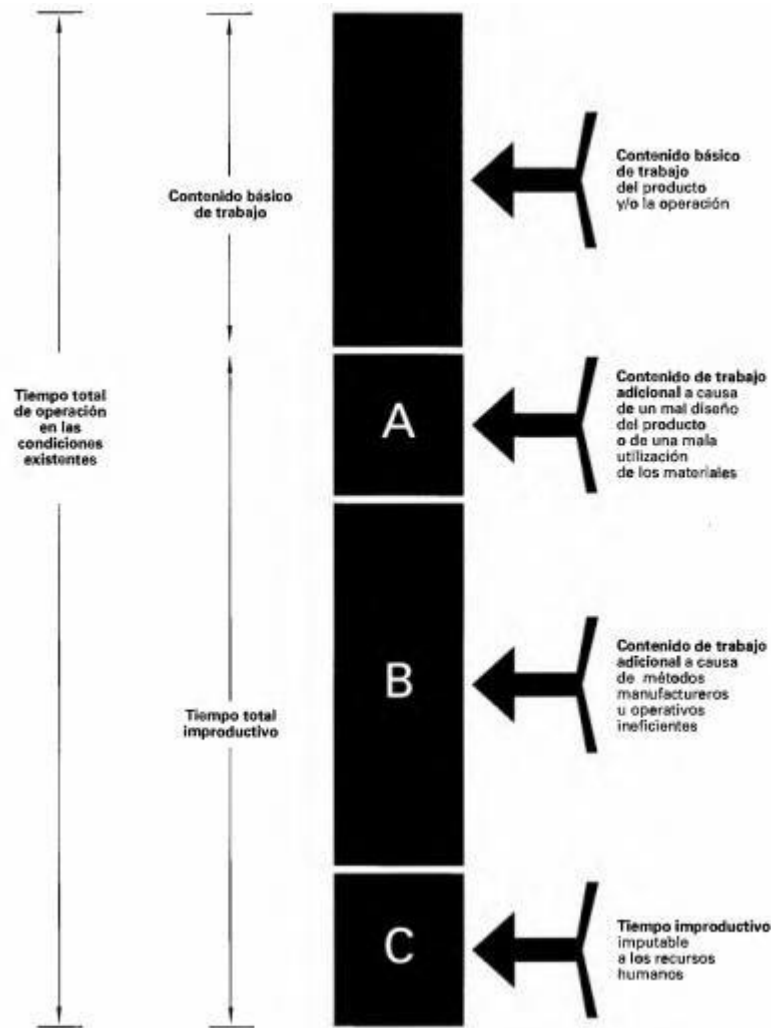
*Fuente: Gutiérrez, 2010, p. 97.*

La aplicación de los conceptos lean en la manufactura se denomina Lean Manufacturing (manufactura ágil o esbelta). Meyers (2000), sostiene que los métodos y técnicas de los estudios de tiempos y movimientos pueden lograr que las fábricas sean esbeltas (p.6).

### 1.3.1.1- Estudio de Métodos

“El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” (Kanawaty, 1996, p.77). Su objetivo es la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. El tiempo total que se demora un trabajador o máquina en realizar una operación o una cantidad determinada de un producto, se denomina contenido de trabajo. Éste es medido en horas de trabajo u horas máquina, y se compone de la siguiente manera (Ver Figura 6).

Figura 6. Cómo se descompone el tiempo de trabajo



Fuente: Kanawaty, 1996, p. 10.

Kanawaty (1996), refiere “[...] el contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreductible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción [...]” (p.11). La producción de una cantidad determinada de producto o ejecución de una operación, utilizando solamente este tiempo, implica el logro de la perfección en el diseño o la especificación del producto, en el método de fabricación y la existencia de pérdidas de tiempo solamente por pausas normales de descanso que tiene por derecho el operario. No obstante, hasta en las cadenas de montaje o procesos de transformación es imposible este objetivo. Puesto que, siempre existirá el contenido excesivo de trabajo. La figura 7 muestra las razones que generan este tiempo de trabajo suplementario:

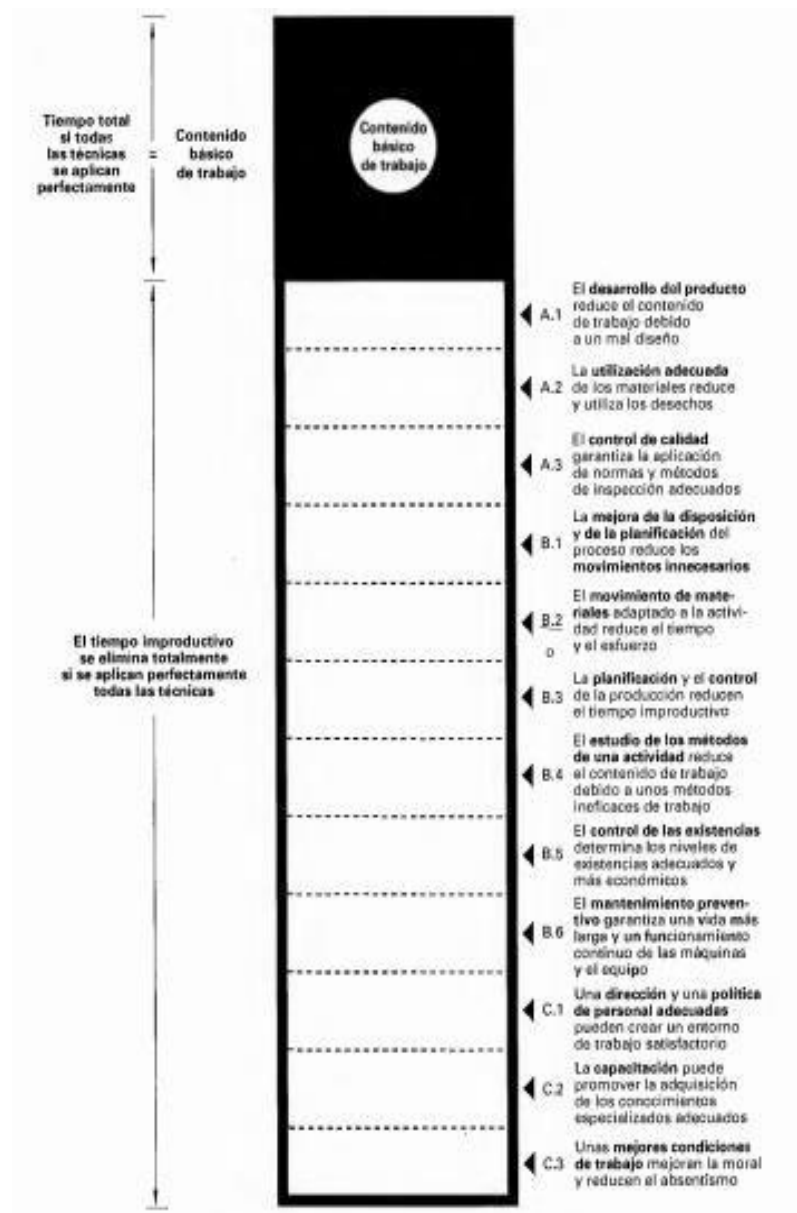
Figura 7. Contenido de trabajo básico y suplementario



Fuente: Kanawaty, 1996, p. 15.

La figura 8, muestra técnicas que se utilizan para la reducción del tiempo improductivo.

Figura 8. Como reducir el tiempo de trabajo mediante las técnicas de dirección



Fuente: Kanawaty, 1996, p. 16.

Kanawaty (1996), según la figura 8, para la reducción del tiempo improductivo relacionado con los métodos de manufactura, recomienda mejorar la disposición, el movimiento de materiales y/o implementar el PCP, métodos de operación efectivos, el control de existencias y el mantenimiento preventivo (p.13).

Kanawty (1996, p.21), recomienda seguir las siguientes etapas para implementar un programa de ingeniería de métodos.

Figura 9. Etapas del Estudio de Métodos



*Fuente: Kanawaty, 1996, p. 77.*

*Elaboración propia*

#### **1.3.1.1.1- Selección del Trabajo y Establecimiento de sus Límites de Estudio**

La selección del trabajo suele basarse en condiciones económicas, técnicas y humanas. Kanawaty, (1996, p. 77) recomienda para satisfacer la condición económica analizar el beneficio total que generan los productos a la empresa, y seleccionar el de mayor beneficio. Una de las técnicas a utilizar para dicho fin suele ser el análisis de Pareto.



### 1.3.1.1.1. Análisis de Pareto

La Técnica de Pareto consiste en ordenar en forma descendente ítems de interés, identificados y medidos con una misma escala.

La Figura 10, presenta un ejemplo de una curva de Pareto de 14 productos de una compañía química.

Figura 10. Clasificación ABC de 14 productos de una compañía química.

NÚMERO DEL PRODUCTO	RANGÓ DEL PRODUCTO POR VENTAS <sup>a</sup>	VENTAS MENSUALES (000s)	PORCENTAJE ACUMULATIVO DEL TOTAL DE LAS VENTAS <sup>b</sup>	PORCENTAJE ACUMULATIVO DEL TOTAL DE LOS ARTÍCULOS <sup>c</sup>	CLASIFICACIÓN ABC
D-204	1	\$ 5,056	36.2%	7.1%	A
D-212	2	3,424	60.7	14.3	
D-185-0	3	1,052	68.3	21.4	
D-191	4	893	74.6	28.6	B
D-192	5	843	80.7	35.7	
D-193	6	727	85.7	42.9	
D-179-0	7	451	89.1	50.0	
D-195	8	412	91.9	57.1	C
D-196	9	214	93.6	64.3	
D-186-0	10	205	95.1	71.4	
D-198-0	11	188	96.4	78.6	
D-199	12	172	97.6	85.7	
D-200	13	170	98.7	92.9	
D-205	14	159	100.0	100.0	
		\$13,966			

Fuente: Ballow, 2004, p.68.

Elaboración propia

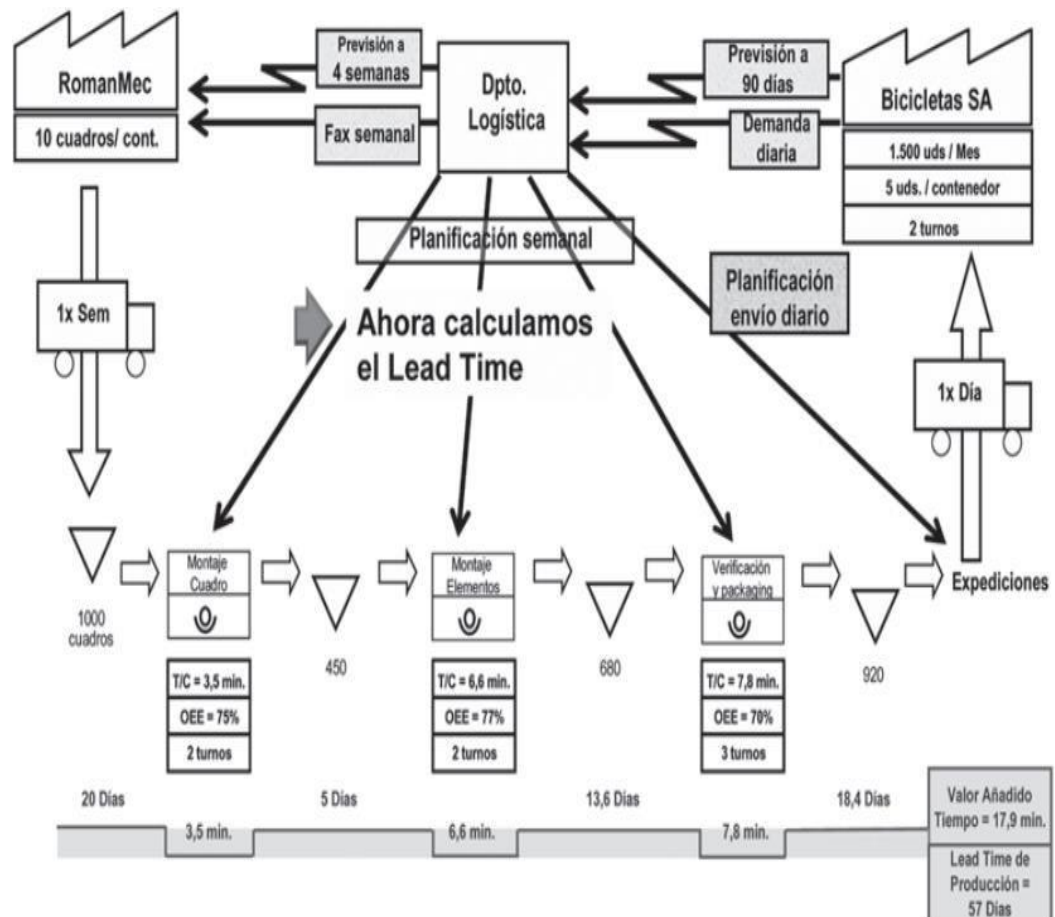
El establecimiento de los límites de estudio es el proceso de seleccionar la actividad y/o actividades que se examinarán del proceso del producto seleccionado.

### 1.3.1.1.1.2. Mapa de la Cadena de Valor

Es una representación gráfica de la cadena de valor de una familia de productos, incluye el flujo de información y material; además de algunas métricas importantes. Para Socconini

(2008, p.104), el objetivo de un MCV es entender el flujo del proceso y detectar oportunidades de mejora en alguna de las etapas. La Figura 11, presenta la estructura de una familia de bicicletas.

Figura 11. Mapa de la Cadena de Valor de una familia de bicicletas.



Fuente: Rajadell, 2010, p.44.

Elaboración propia

### 1.3.1.1.2- Registro de la Tarea

Kanawaty (1996, p.83), el registro de todos los hechos relativos al método existente, es de vital importancia puesto que de éste depende el éxito del programa íntegro. Por esta razón, se idearon técnicas para consignar información de forma detallada y al mismo tiempo de forma estandarizada. Siendo, los más comunes los que muestra la Figura 12.

Figura 12. Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio de métodos

A. GRAFICOS	Que indican la SUCESION de los hechos Cursograma sinóptico del proceso Cursograma analítico del operario Cursograma analítico del material Cursograma analítico del equipo o maquinaria Diagrama bimanual Cursograma administrativo
B. GRAFICOS	Con ESCALA DE TIEMPO Diagrama de actividades múltiples Simograma
C. DIAGRAMAS	Que indican MOVIMIENTO Diagrama de recorrido o de circuito Diagrama de hilos Ciclograma Cronociclograma Gráfico de trayectoria

*Fuente: Kanawany, 1996, p.84*

“[...] Los gráficos se dividen en dos categorías: los que indican una sucesión de hechos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala; y los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando su **escala de tiempo**, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí [...] (Kanawaty, 1996, p.52). Por otro lado, los diagramas son un complemento de los gráficos. Puesto que, éstos no llevan tanta información; sólo indican el movimiento y/o las interrelaciones de movimientos con más claridad que los gráficos.

Meyers (2000), considera que los estudios de movimiento poseen dos niveles:

1. El estudio de los macrométodos
2. El estudio de los micromovimientos

Asimismo, no se debe iniciar un programa de ingeniería de métodos con un estudio de micromovimientos. A pesar de que éste nivel es el más conocido, puede que el trabajo estudiado sea eliminado después por un estudio de macromovimientos (p.18). “[...] el

estudio de macromovimientos corresponde a los aspectos generales y las operaciones de una planta o un línea de productos, como operaciones, inspecciones, transporte, detenciones o demoras y almacenamientos, así como las relaciones entre estas diversas funciones [...]” (Meyers, 2000, p.18). Meyers (2000, p.18), recomienda utilizar las siguientes herramientas, para estudiar el flujo general de una planta o un producto:

1. Diagrama de Recorrido
2. Diagrama de operaciones
3. Cursograma Analítico de Material
4. Diagrama de procesos de flujo

#### *Diagrama de Recorrido*

“El diagrama de recorrido muestra el camino recorrido por un componente de la recepción, a los almacenes, la fabricación, el subensamble, el ensamble final, el empaque final, el almacén y el embarque [...] (Meyers, 2000, p.49). Para su elaboración, se pueden identificar las actividades con los mismos símbolos del diagrama de procesos (Niegel, 2014,p.29). Las trayectorias se deben trazar sobre la disposición física de la planta. Asimismo, en el caso de necesitar muchas páginas debido a varios componentes, se pueden utilizar hojas transparentes que se superponen. Algunos problemas que revela, son los siguientes:

- Tráfico cruzado
- Regresos
- Recorrido en distancia

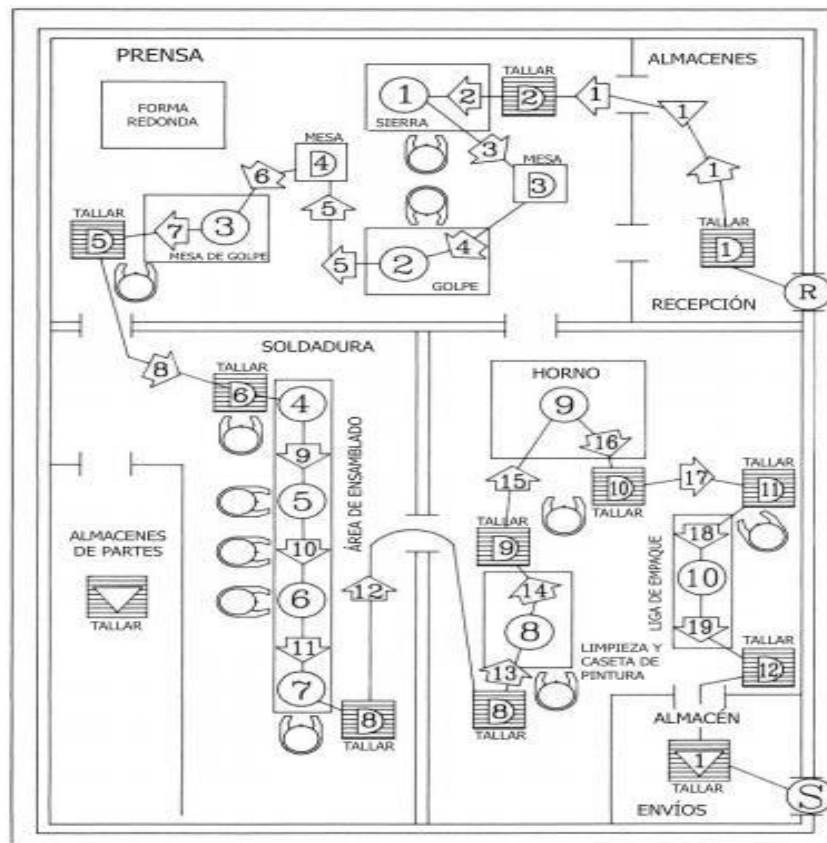
Meyers (2000, p.51), el procedimiento para la elaboración de un diagrama de recorrido es el siguiente:

*Paso 1:* El diagrama de flujo se inicia con una disposición física actual o propuesta a escala

*Paso 2:* A partir de la hoja de ruta, se traza cada paso en la fabricación de cada uno de los componentes y se conectan con una línea de color u otro método para distinguirlos

*Paso 3:* Una vez fabricado los componentes, se reunirán en una secuencia específica en la línea de ensamble. La posición de la línea de ensamble quedará determinada

Figura 13. Diagrama de recorrido



Fuente: Meyers, 2006, p. 153.

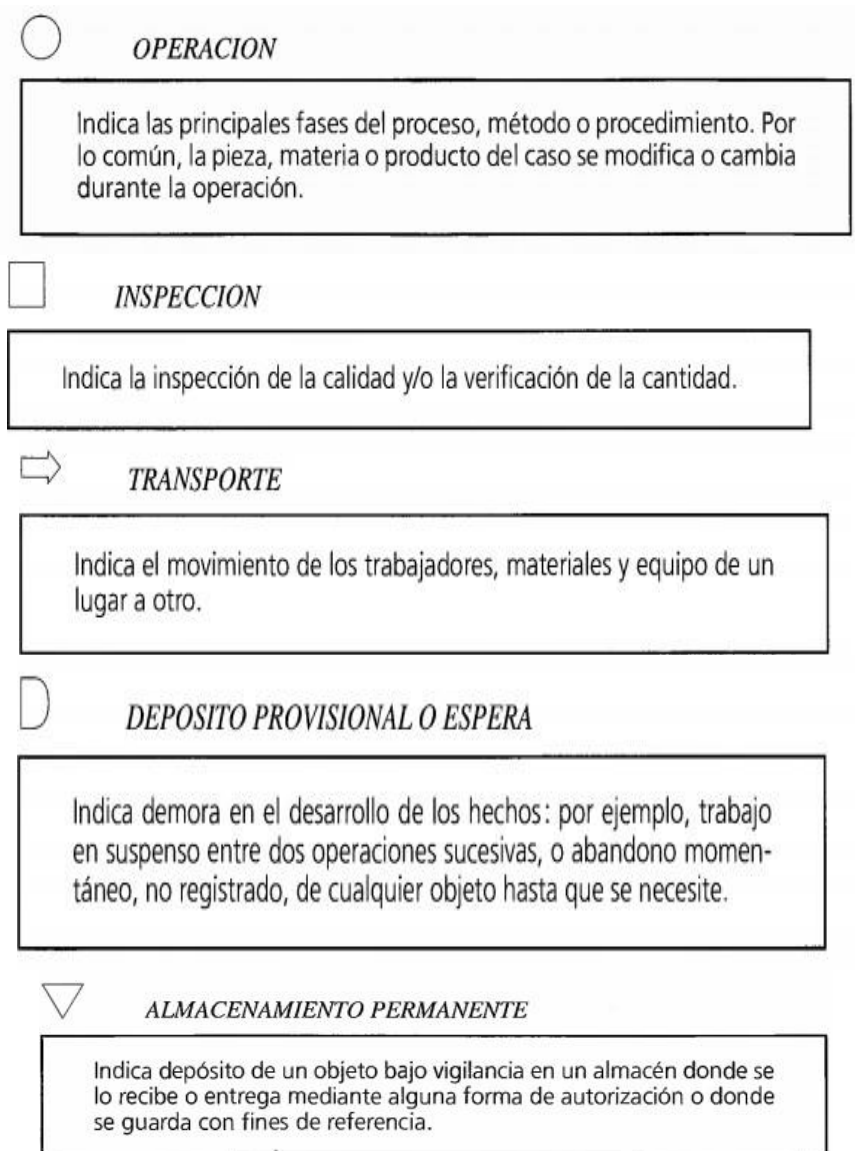
### Diagrama de Operaciones

Para Meyes (2000, p.52), el diagrama de operaciones complementa al diagrama de recorrido, para conocer los aspectos generales y operaciones de una planta.

El Diagrama de Operaciones es un tipo de cursograma, que muestra un cuadro general de cómo suceden las principales operaciones de un producto (Kanawaty, 1996, p.86). Desde la llegada de materia prima hasta obtener el producto terminado. Así como también, los materiales (componentes) utilizados y tiempos permitidos (Meyers, 2014, p.25).

Para la elaboración de cursogramas de un trabajo u operación, se utiliza una simbología recomendada por la ASME.; con la finalidad de ahorrar tiempo escribiendo y darle mayor claridad. En la figura 14, se presenta dicha simbología y su significado.

Figura 14. Símbología utilizada para la elaboración de cursogramas



Fuente: Kanawaty, 1996, p.84.

En un trabajo u operación también, se pueden presentar actividades combinadas. Es decir, cuando varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo. Para representar este caso, se combina los símbolos de tales actividades (Véase Figura 15).

Figura 15. Símbología utilizada para actividades combinadas

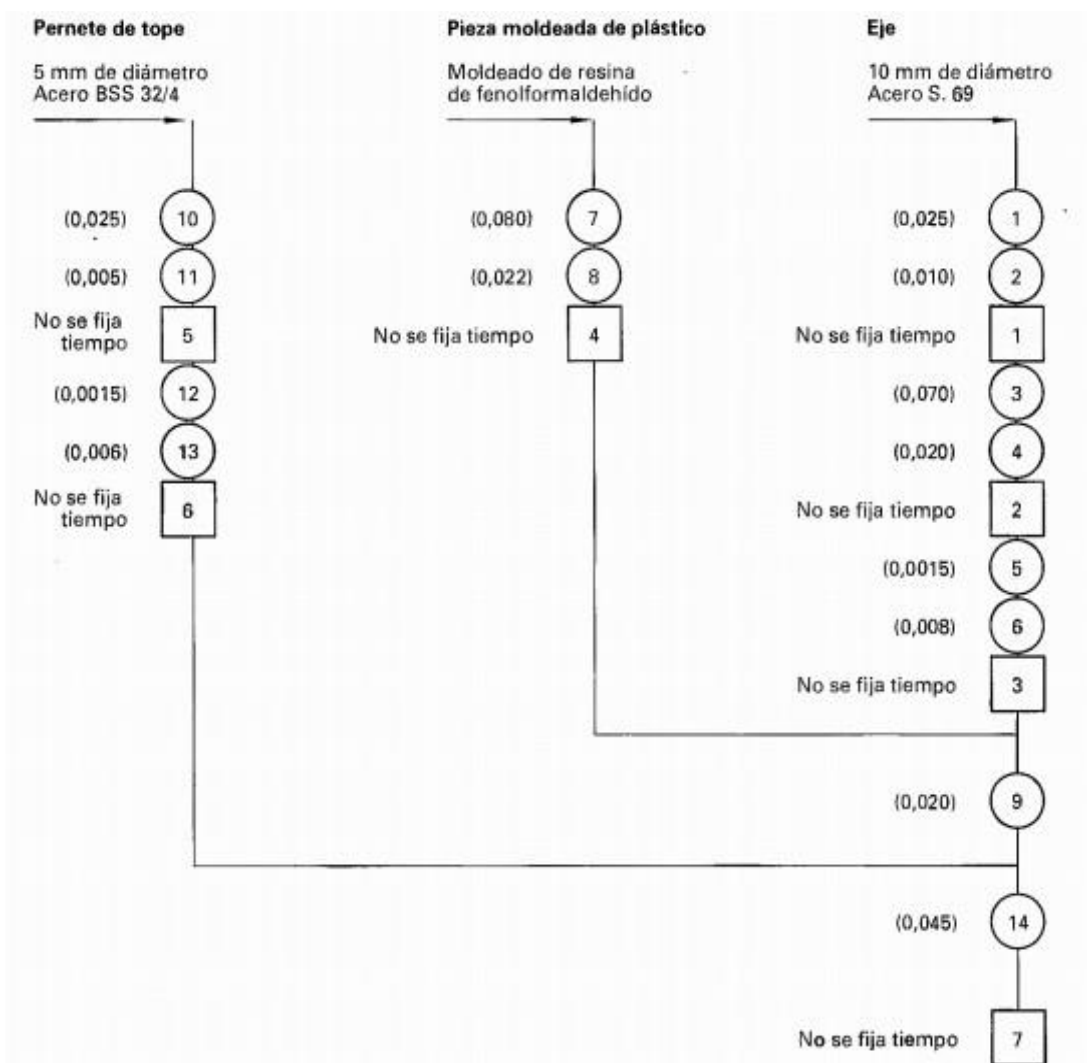


**Actividades combinadas.**

*Fuente: Kanawany, 1996, p.84.*

Para Meyers (2000, p.52-53), el único símbolo relevante utilizado para la construcción del diagrama de operaciones, es el círculo que significa cada operación requerida para fabricar cada componente, armar el ensamble final y para empacar el producto terminado. Es así, que la complejidad y tamaño del diagrama estará en función de la cantidad de componentes. La figura 17, muestra el diagrama de operaciones de una fábrica de válvulas hidráulicas.

Figura 16. Diagrama de Operaciones: montaje de un rotor de interruptor



*Fuente: Kanawaty, 1996, p.90.*

### Cursograma Analítico de material

“[...] es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda” (Kanawaty, 1996, p.86).

El nivel de detalle de un cursograma analítico es más que el de un diagrama de operaciones. Puesto que, este muestra todos los tipos de actividades de un trabajo (Niebel, 2014, p.26). Es así que, para su construcción se usan todos los símbolos de un cursograma para una “operación”, “inspección”, “transporte”, “espera” y “almacenamiento” (Kanawaty, 1996, p.91). Por esta razón, se utiliza para la reducción de los costos ocultos no productivos provenientes de demoras, almacenamientos temporales y/o distancias recorridas (Niebel, 2014, p.28).

Kanawaty (1996, p. 91) los clasifica en tres tipos: cursograma de operario, de material y de equipo.

Figura 17. Cursograma analítico de material

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm 4 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Cajón de piezas BX 487 (10 por cajón, en cajas de cartón)		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Recibir, comprobar, inspeccionar y numerar piezas; almacenarlas con los cajones		Operación	○	2	2	—			
		Transporte	□	11	6	5			
		Espera	▢	7	2	5			
		Inspección	□	2	1	1			
Método: Actual/Propuesto		Almacenamiento	▽	1	1	—			
Lugar: Departamento de recepción		Distancia (m)		56,2	32,2	24			
Operario(s):		Tiempo (horas-hombre)		1,96	1,16	0,80			
Véase columna de observaciones		Costo por cajón							
Compuesto por:		Mano de obra		\$10,19	\$6,03	\$4,16			
Aprobado por:		Material		—	—	—			
		Total		\$10,19	\$6,03	\$4,16			
Descripción	Canti- dad 1 caja	Dis- tancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	□	▢	□	▽	
Sacado de camión; colocado en plano inclinado		1,2							2 peones
Deslizado por plano inclinado	6		5						2 peones
Colocado en carretilla	1								2 peones
Acarreado hasta lugar de desembalaje	6		5						1 peón
Destapado	—		5						1 peón
Acarreado hasta banco de recepción	9		5						1 peón
Espera hasta descarga	—		5						
Cajas cartón extraídas y abiertas:									
colocadas sobre banco,	—		20						Inspector
contadas y cotejadas con diseño									
Piezas numeradas y colocadas de nuevo en cajón									Peón de almacén
Espera del carretillero	—		5						
Cajón llevado al lugar de distribución	9		5						1 peón
Puesto en depósito	—		—						

Fuente: Kanawaty, 1996, p.109.



El estudio de micromovimientos se enfoca en las operaciones individuales, y no en todas las operaciones como el estudio predecesor (estudio de macrométodos) (Meyers, 2000, p.79). El análisis de la operación en unidades indivisibles de trabajo (elementos), es la esencia de un estudio de micromovimientos (Meyers, 2000, p.80).

Para un estudio de micromovimientos, Niebel (2000, p.80) recomienda las siguientes herramientas:

1. Cursograma analítico de operario
2. Diagrama de actividades múltiples

#### **1.3.1.1.2.1- Diagrama de actividades múltiples**

[...] “es un diagrama en que se registran las actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas [...] (Kanawaty, 1996, p.122). Dentro de sus aplicaciones, se tiene:

- Determinar el número de operarios en relación al manejo de máquinas
- Organización eficiente de trabajos de mantenimiento
- Determinación del tiempo inactivo del operario y/o máquina

El procedimiento para su elaboración es el siguiente:

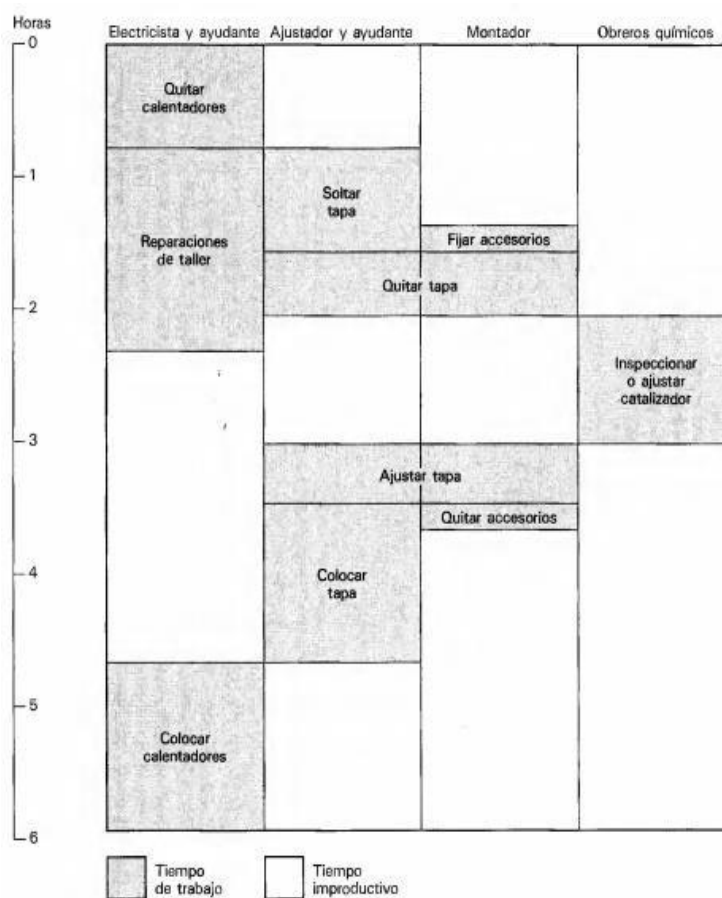
*Paso 1: Registrar los objetos de estudio en la parte superior del diagrama*

*Paso 2: Establecer una escala de tiempo en un lado del diagrama*

*Paso 3: Registrar las tareas realizadas por cada objeto de estudio, en sus columnas perteneciente*

La toma de tiempos de los distintos operarios en un diagrama de multiactividades no es muy rigurosas, aunque sí lo necesaria para observar la simultaneidad entre la ejecución de sus tareas, con finalidad de reorganizar el trabajo de forma eficiente. La Figura 18, muestra un diagrama de actividades múltiples para la inspección de un catalizador en un convertidor.

Figura 18. Diagrama de actividades múltiples: inspección de un catalizador en un convertidor



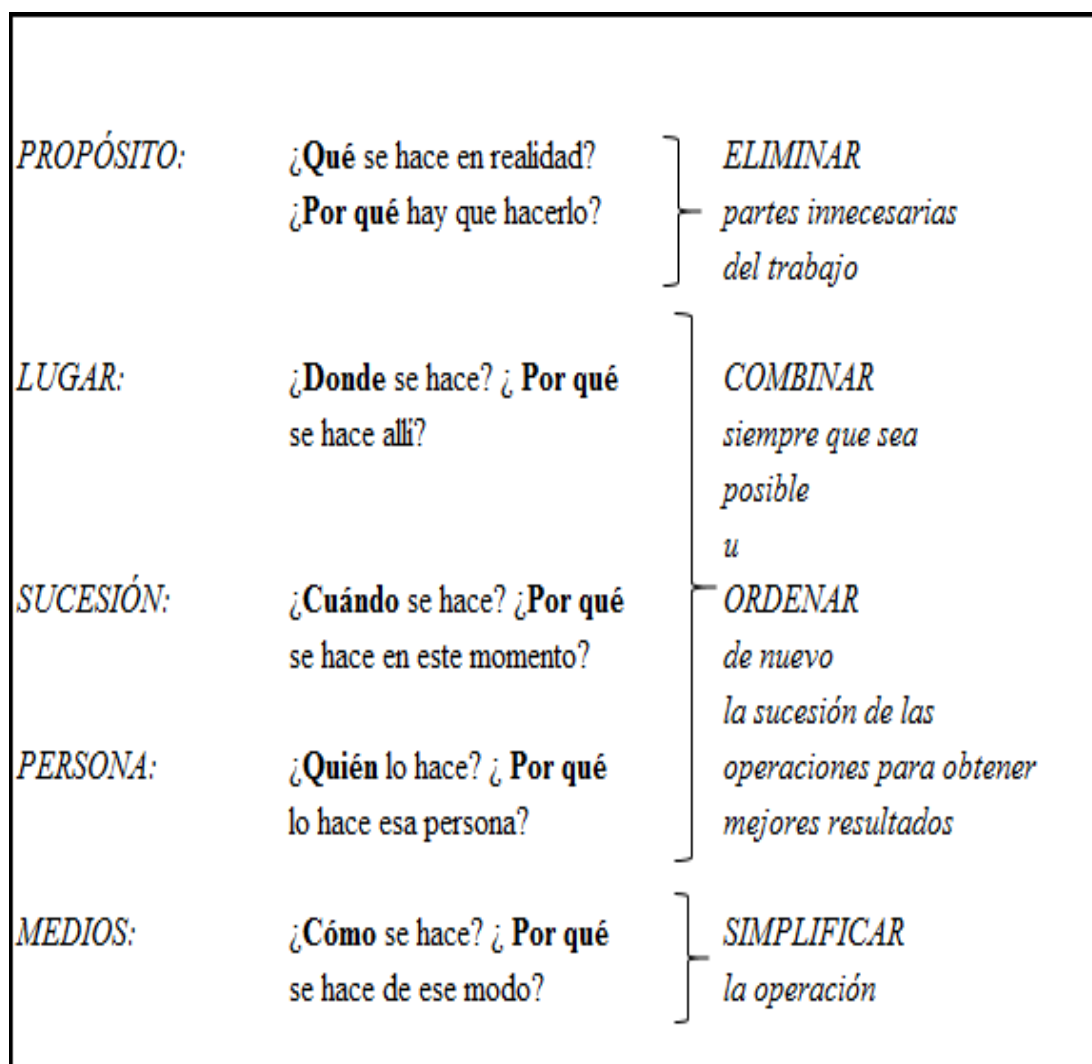
Fuente: Kanawaty, 1996, p.123.

### 1.3.1.1.3. Exámen Crítico del método de trabajo: Técnica del Interrogatorio

[...] La Técnica del Interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas [...]” (Kanawaty, 1996, p.96).

Las preguntas preliminares del interrogatorio tienen como objetivo determinar el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución de la tarea examinada. La Figura 19, presenta un modelo básico para efectuar estas preguntas.

Figura 19. Modelo Básico de preguntas preliminares de la Técnica del Interrogatorio



Fuente: Kanawaty, 1996, p.98.

La segunda fase de la Técnica del Interrogatorio, las preguntas de fondo, tienen como objetivo expresarse en las preguntas preliminares a fin de mejorar el método de trabajo empleado. Para esto, éstas se incluyen el término otro. La Figura 20, esquematiza lo mencionado y da un curso de acción para ejecutar las preguntas de fondo. Es importante resaltar que éstas preguntas deben hacerse sistemáticamente en un estudio de métodos.

Figura 20. Modelo Básico de Técnica del Interrogatorio

<b>PROPÓSITO:</b>	¿Qué se hace? ¿Por qué se hace? ¿Qué <b>otra cosa</b> podría hacerse? ¿Qué <b>debería</b> hacerse?
<b>LUGAR:</b>	¿Dónde se hace? ¿Por qué se hace <b>allí</b> ? ¿En qué <b>otro lugar</b> podría hacerse? ¿Dónde <b>debería</b> hacerse?
<b>SUCESIÓN:</b>	¿Cuándo se hace? ¿Por qué se hace <b>entonces</b> ? ¿Cuándo <b>podría</b> hacerse? ¿Cuándo <b>debería</b> hacerse?
<b>PERSONA:</b>	¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace <b>esa</b> persona? ¿Qué <b>otra</b> persona podría hacerlo? ¿Quién <b>debería</b> hacerlo?
<b>MEDIOS:</b>	¿Cómo se hace? ¿Por qué se hace de <b>ese</b> modo? ¿De qué <b>otro</b> modo podría hacerse? ¿Cómo <b>debería</b> hacerse?

Fuente: Kanawaty, 1996, p.98.

#### 1.3.1.1.4. Evaluación de los Métodos de Trabajo

Para Kanawaty (1996, p.161-162), existen distintas técnicas para evaluar los métodos de trabajos propuestos; tales como *ponderación de Factores*, *árbol de decisiones*, *indicadores económicos*: VAN, TIR. No obstante, a veces la simple comparación de los costos y beneficios basta.

#### 1.3.1.1.5. Definición del Método de Trabajo

La definición del método de trabajo se puede realizar mediante una Hoja de Instrucciones. Para Kanawaty (1996, p.164), la principal información que debe contener este tipo de formato es la siguiente:

- Herramientas y equipo que se utilizará, además de las condiciones generales del trabajo.

- La descripción del método que se aplicará. La implementación de un cursograma es bastante útil.
- Un diagrama de disposición del lugar de trabajo.

La Figura 21, presenta una Hoja de Instrucciones para el corte de tubos de vidrio.

Figura 21. Hoja de Instrucciones del cortado de tubos de vidrio

Hoja de instrucciones			
<b>Producto:</b> Tubo de vidrio: diám.: 3 mm Long. origen: 1 m		<b>Equipo</b> Plantilla núm. 231 Lima de media caña de 15 cm	
<b>Operación:</b> Limar y cortar el tubo en trozos de 1,5 cm			
<b>Condiciones de trabajo:</b> Buena luz			
<b>Lugar:</b> Taller de ajuste		<b>Estudios de referencia</b> núms. 12, 13	
<b>Operario:</b> Ficha núm. 54		<b>Compuesto por:</b> Fecha: <b>Aprobado por:</b> Fecha:	
EL	<b>Mano izquierda</b>	<b>Mano derecha</b>	EL
1	Asir tubo entre pulgar y dedos índice y mayor; empujar hasta tope	Sostener lima: esperar mano izquierda	1
2	Girar tubo entre los dedos	Hacer en tubo muesca circular completa apoyando canto de lima contra plantilla	2
3	Sostener tubo	Golpear parte muescada del tubo con la lima para que caiga en deslizadera	3

Fuente: Kanawaty, 1996, p.98.

#### 1.3.1.1.6. Implantación del Método de Trabajo

Kanawaty (1996, p.164), establece cinco fases para la implementación de un método de trabajo.

Fase I: Obtener la aprobación de la dirección.

Fase II: Conseguir que el jefe del departamento o taller acepte el cambio.

Fase III: Conseguir que los operarios interesados y representantes acepten el cambio.

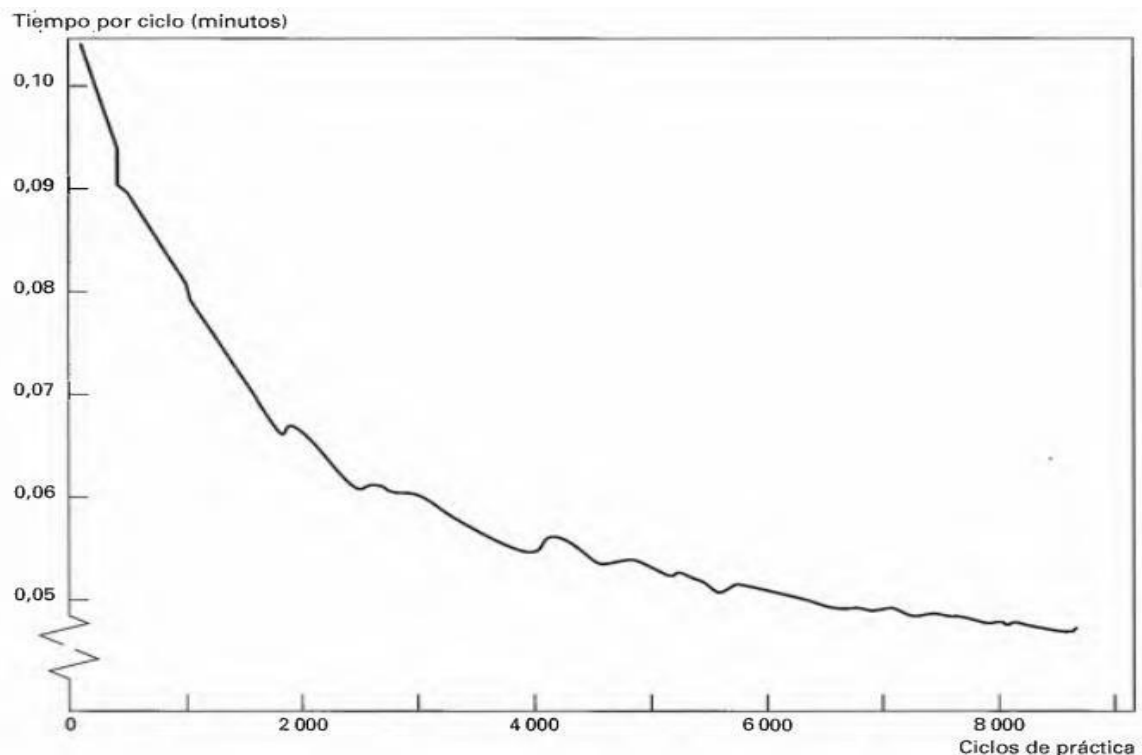
Una vez realizada las tres primeras fase, se procede a capacitar a todos los interesados del método de trabajo.

Fase IV: Enseñar a los operarios involucrados el nuevo método de trabajo

La capacitación para con el nuevo método y los nuevos movimientos que involucra se puede realizar a través de un diagrama o ante la propia máquina.

La Figura 22, muestra una curva de aprendizaje típica.

Figura 22. Curva de aprendizaje típica



*Fuente: Kanawaty, 1996, p.168.*

La verificación constante del operario para con el nuevo método de trabajo, una vez que se ha iniciado, se suele denominar “cuidados asuidos” del nuevo método. Kanawaty, refiere que ésta acción es uno de los puntos principales en la implementación de un método de trabajo; y él analista debe dejar de efectuarla sólo cuando sepa que el operario domina su trabajo y ha alcanzado la productividad planificada.

#### 1.3.1.1.7. Controlar el Método de Trabajo

El control y mantenimiento del nuevo método de trabajo se puede realizar a través de la implementación de las siguientes actividades:

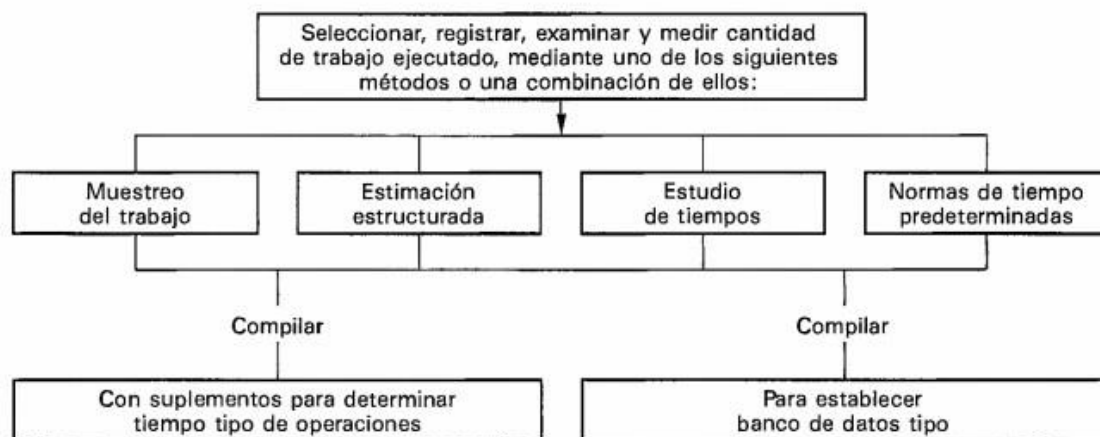
- Distribución y acceso a todo personal involucrado
- Almacenamiento y preservación
- Control de cambios (control de versión).
- Conservación y disposición

El medio de información del nuevo método de trabajo puede ser la Hoja de Instrucciones, que debe incluir un control de cambios.

#### 1.3.1.2- Medición del trabajo

La Medición del Trabajo es la utilización de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una actividad o secuencia de actividades. Entre sus principales técnicas se encuentran las que se observan en la Figura 23.

Figura 23. Principales técnicas de la medición del trabajo.



Fuente: Kanawaty, 1996, p.256.

##### 1.3.1.2.1- Estudio de Tiempos

El procedimiento para realizar un estudio de tiempos es el siguiente:

1. Registrar información relacionada a la actividad, el operario y condiciones que puedan influir en el trabajo.
2. Descomponer las actividades en elementos.
3. Determinar el Tamaño de la muestra, con un método estadístico.
4. Cronometrar el tiempo invertido por el operario en cada elemento de la actividad.
5. Valorar el tiempo cronometrado.
6. Convertir los tiempos observados en Tiempos Básicos.
7. Establecer los suplementos que se añadirán al Tiempo Básico de la actividad.
8. Determinar el Tiempo Tipo de la actividad

En el Estudio de Tiempos, el contenido del trabajo es la sumatoria del Tiempo Tipo y el Tiempo Suplementario. Kanawaty, refiere que “[...] el contenido de trabajo de una tarea u operación es el tiempo básico + el suplemento por descanso + un suplemento por trabajo adicional [...]” (1996, p.335).

#### *Tiempo Básico*

El tiempo básico es el tiempo que invierte un trabajador calificado “promedio” en efectuar una tarea procediendo como acostumbra hacerlo, pero con suficiente motivación para cumplir su cometido (Kanawaty, 1996, p.307). Un trabajador calificado es aquel que cuenta con los conocimientos, experiencias y otras habilidades necesarias para ejecutar el trabajo bajo estándares de calidad, seguridad y calidad establecidos. Por otro lado, el trabajador calificado “promedio” es aquel trabajador(es) representativos del grupo de trabajadores calificados. No obstante, este trabajador(es) calificado(es) promedio(s) no existe(n) puesto que éste no es más que una noción estadística utilizada con el objetivo de valorar el ritmo de trabajo.

Para Meyers (2000, p.160), la calificación es el proceso de ajustar el tiempo que tarda un operador, al que le corresponde al trabajador calificado medio. Es decir, es la comparación del ritmo del trabajador real al ritmo del trabajador calificado medio. El ritmo del trabajador calificado medio se denomina ritmo tipo, y a éste se le es atribuido un valor de



100 en la escala de valoración. La figura 24, presenta algunas de las escalas de valoración más utilizadas, así como los criterios de utilización.

Figura 24. Escalas de valoración más utilizadas

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable <sup>a</sup>	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(m/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	<b>50</b>	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	<b>75</b>	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	<b>100 (Ritmo tipo)</b>	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	<b>125</b>	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	<b>150</b>	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Fuente: Kanawaty, 1996, p.318.

El proceso de valoración se efectúa utilizando la siguiente fórmula:

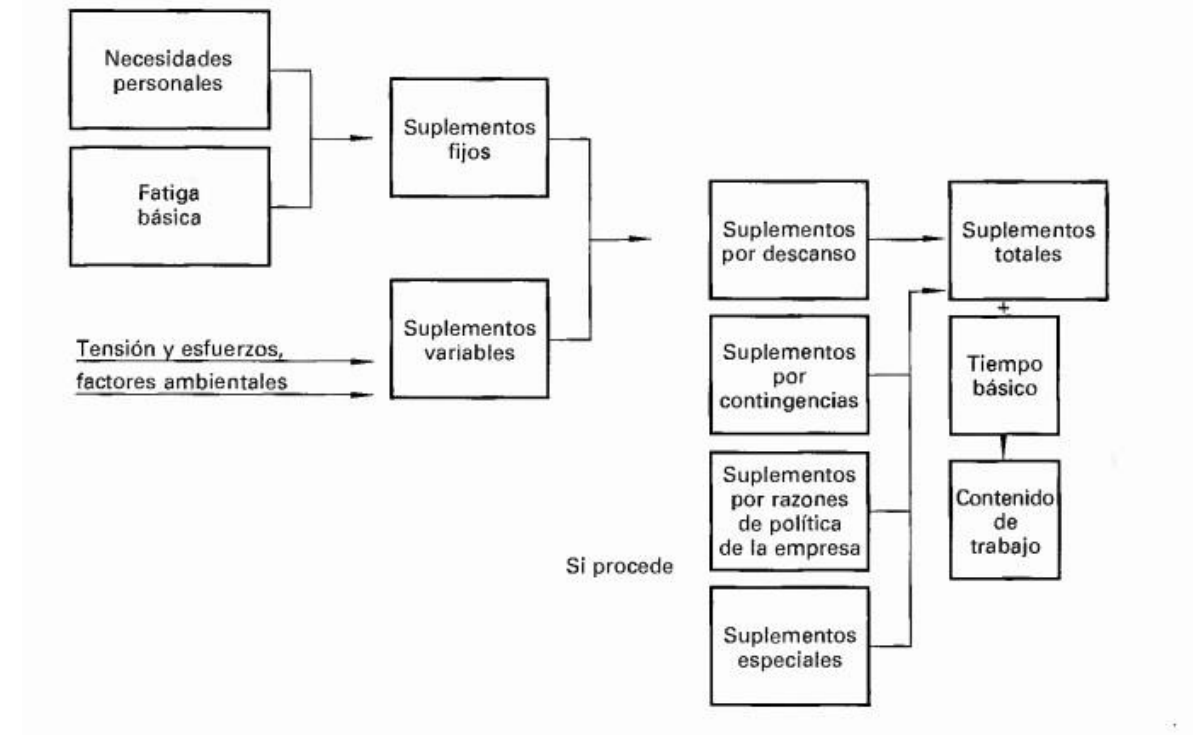
Tiempo Observado x (Valor Atribuido/ Valor Tipo) = Tiempo básico

## Suplementos

En el Estudio de Tiempos, los suplementos son el tiempo necesario que requiere el trabajador para compensar la fatiga de su tarea, descansar, ocuparse de sus necesidades personales y quizá por contingencias.

Kanawaty (1996, p.338), presenta el esquema básico para la determinación de suplementos en la Figura 25.

Figura 25. Esquema para el cálculo de suplementos



Fuente: Kanawaty, 1996, p.338

En la Figura 25, se observa que los suplementos por descanso son los únicos que siempre se añadirán al tiempo básico, puesto que los otros sólo se aplicarán en determinadas condiciones.

Los suplementos por descanso se dividen en suplementos fijos y variables. Asimismo, los suplementos fijos, se dividen en aquellos imputables a necesidades personales y a fatiga básica.

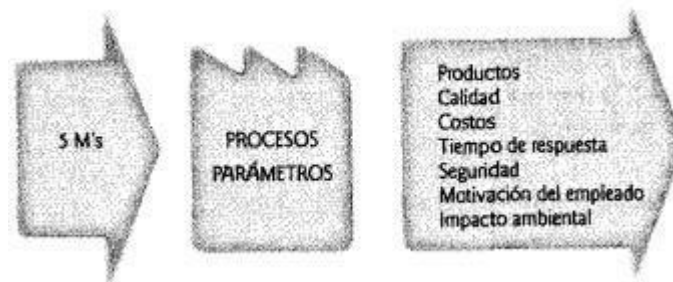
Kanawaty, refiere que los suplementos por necesidades personales suelen estar en el rango de 5 a 7 por ciento. Asimismo, también menciona que un 4 por ciento se le suele asignar a tareas ligeras con buenas condiciones de los materiales, donde el trabajador se encuentre sentado (1996, p.339).

Figura 26. Formulario paso a paso del estudio de tiempos.

*Fuente: Meyers, 2000, p.148.*

Para Socconini (2008), los insumos de un negocio se pueden resumir en cuatro grandes grupos básicos: los materiales, la mano de obra, las máquinas, los métodos y el medio ambiente (p.26). Las denominadas 5 M's, según muchos autores. Socconini (2008,p.26), Estos se combinan y transforman mediante procesos definidos. Estos procesos deberán ser estandarizados por medio de parámetros específicos que describan claramente la forma de obtener el desempeño deseado de cada proceso, permitiendo así el control del mismo. Las salidas de estos procesos ("lo que sale del negocio") son: los productos, la calidad de los mismos, sus costos de producción, el tiempo que se tomó elaborarlos, los accidentes o no accidentes que ocurren como consecuencia de los procesos, la motivación de empleado y el impacto hacia el medio ambiente.

Figura 27. Modelo de Productividad



*Fuente: Socconini, 2008, p.23.*

*Elaboración Propia*

La productividad es la relación entre dichas salidas e insumos. Es así que, la mejora de resultados de un proceso, incrementa la productividad (Socconini 2008, p. 26).

La productividad se ve afectada por las 3 “Mu”:

- *Muri*= Sobrecarga
- *Mura*= Variabilidad
- *Muda* = Desperdicio

Socconini (2008), afirma: “[...] la principal fuente de pérdidas en los procesos son los desperdicios [...] sólo de 5 a 10% de todas las actividades que se desarrollan en empresas agregan valor; el resto es desperdicio [...]”(p.25).

Kanawaty (1996, p.4), define la productividad, de manera general, como la relación entre producción e insumo. El menciona que éste término se aplica a una empresa, un sector de actividad económica o toda la economía.

El nivel de vida de una población, está fuertemente correlacionado con la productividad. Puesto que si se maximiza el rendimiento de los recursos de una economía; ésta crece. Este índice de crecimiento, puede usarse para mejorar el nivel de vida, y por ende, la calidad de vida de sus ciudadanos (Kanawaty, 1996, p.3-4).

Prokopenko (1999, p.3), define la productividad, aplicado a una empresa, como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{Productividad.}$$

Los factores de insumo o recursos en una empresa son: Terreno y edificios, materiales, energía, máquinas y equipos, y recursos humanos (Kanawany, 1996, p.6).

Existen dos formas de ser más productivo; producir lo mismo con menos recursos, o lograr una producción mayor con los mismos recursos.

Para Gutiérrez (2010, p.21), es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia.

#### **1.3.2.1- Eficiencia**

Gutiérrez (2010), define la eficiencia como la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados (p.21).

Para Chase, Jacobs y Aquilano (2009), un proceso es eficiente cuando produce un bien o presta un servicio utilizando la menor cantidad de insumo posible (p.6).

#### **1.3.2.2. Eficacia**

Para Gutiérrez (2010), la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados (p.21). Por su parte, Chase, Jacobs y Aquilano (2009) dice que uno es eficaz cuando hace lo correcto a efecto de crear el valor máximo posible para la compañía (p.6).

### **1.4. Formulación del Problema**

#### **1.4.1. Problema General**

¿De qué manera la Mejora de Procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2017?

### **1.4.2. Problemas Específicos**

¿De qué manera la Mejora de Procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C - Lima, 2017?

¿De qué manera la Mejora de Procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.- Lima, 2017?

### **1.5. Justificación del estudio**

#### **1.5.1. Económica**

La aplicación de la mejora de procesos en la búsqueda de mejores métodos de trabajo y estándares de tiempo tiene como objetivo incrementar la productividad en la fabricación de ollas, con la finalidad de mejorar e incrementar la oferta de producto; para así obtener mayores utilidades. Esta al reducir los costos de producción al producir más con las mismas horas de trabajo.

#### **1.5.2. Técnica**

El presente estudio pretende incrementar la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C, Esto aplicando un programa de ingeniería de métodos, para que los operarios realizan su trabajo de una manera segura, rápida y cómoda, elevando así su productividad. Así como también, el establecimiento de estándares de tiempo; para que el jefe de producción tenga toda la información para la planeación y la programación de la producción.

#### **1.5.3. Social**

El establecimiento de métodos de trabajo y estándares de tiempo, permitirá el mayor conocimiento del personal sobre su trabajo; así como también saber si está cumpliendo su cuota de producción.

El nivel de vida de una población, está fuertemente correlacionado con la productividad.

Puesto que si se maximiza el rendimiento de los recursos de una economía; ésta crece. Este

índice de crecimiento, puede usarse para mejorar el nivel de vida, y por ende, la calidad de vida de sus ciudadanos (Kanawaty, 1996, p.3-4).

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

La Mejora de Procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2017

### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

La Mejora de Procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2017

La Mejora de Procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2017

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar como la Mejora de Procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2017

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

Determinar como la Mejora de Procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018

Determinar como la Mejora de Procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018

## **II.- MÉTODO**



## **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

### **2.1.1. Tipo de Investigación**

La presente investigación será aplicada, porque busca la generación de conocimiento con aplicación directa de la sociedad o el sector productivo.

### **2.1.2. Por su nivel o profundidad**

La presente investigación será explicativa, porque estará dirigida a responder las causas de la falta de productividad en la fabricación de ollas de Manufacturas Titanio S.A.C. Hernández, Fernández y Baptista (2010) refieren que “[...] la investigación explicativa se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables [...]” (Metodología de la investigación, p.84).

### **2.1.3. Diseño de Investigación**

La investigación será experimental. Para Alfaro este tipo de investigación “[...] consiste en la manipulación de una (o más) variables experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular [...]” (2012,p.18). No obstante, de no controlarse totalmente las variables, será de diseño cuasi-experimental.

## **2.2. Operacionalización de Variables**

### **2.2.1. Definición Conceptual**

Mejora de procesos (Variable independiente)

“El mejoramiento de los procesos es el estudio sistemático de las actividades y flujos de cada proceso a fin de mejorarlo” (Krajewsky, 2008, p. 142).

Productividad (Variable dependiente) Kanawany (1996, p.4), define la productividad, de manera general, como la relación entre producción e insumo.

### 2.2.2. Definición Operacional

Mejora de Procesos (Variable Independiente)

Las técnicas de estudio de tiempos y movimientos tienen como finalidad la mejora de las condiciones de trabajo y reducción del desperdicio en los procesos. (Meyers, 2000, p.2)

Productividad (Variable dependiente)

La relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. (Prokopenko, 1999, p.3 )

### 2.2.3. Dimensiones

#### 2.2.3.1. Dimensiones de la variable independiente Estudio de Métodos

El estudio de métodos es el registro y exámen crítico del trabajo con el apoyo de diagramas y/o gráficos, con el propósito de incrementar la productividad (Kanawaty, 1996, p.19). Siendo su indicador:

*Fórmula: Índice de Actividades que agregan valor*

$$AAV = \frac{\sum \text{Actividades AV}}{\sum \text{Total Actividades}}$$

Donde, Actividades AV son actividades que agregan valor, observadas en el Diagrama de Actividades del Proceso.

Medición del Trabajo:

La medición del trabajo es un conjunto de técnicas que permite el establecimiento de estándares de tiempos para un trabajador calificado en base a una norma de trabajo preestablecida (Kanawaty, p. 251). Siendo su indicador:

*Fórmula: Tiempo Estándar*

$$TE = TNx (1 + S)$$

Donde, TN es el tiempo normal y los suplementos por descansos, refrigerios, etc

### 2.2.3.2. Dimensiones de la variable dependiente

#### Eficiencia

Para Chase, Jacobs y Aquilano (2009), un proceso es eficiente cuando produce un bien o presta un servicio utilizando la menor cantidad de insumo posible (p.6).

**Fórmula: Eficiencia del proceso**

$$Eficiencia = \frac{TU}{TT} \times 100\%$$

Donde, TU es el tiempo útil del proceso y TT el tiempo total del mismo.

#### Eficacia

Para Gutiérrez (2010), la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados (p.21).

**Fórmula: Eficacia del proceso**

$$Eficacia = \frac{UPR}{UPL} \times 100\%$$

Donde, UPR es unidades producidas y UPL es unidades planificadas

### 2.2.3.3 Matriz de Operacionalización

Tabla 18. Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<b>VI MEJORA DE PROCESOS</b>	“El mejoramiento de los procesos es el estudio sistemático de las actividades y flujos de cada proceso a fin de mejorarlo” (Krajewsky, 2008, p. 142).	Las técnicas de estudio de tiempos y movimientos tienen como finalidad la mejora de las condiciones de trabajo y reducción del desperdicio en los procesos. (Meyers, 2000, p.2)	ESTUDIO DE MÉTODOS	<b>Índice de Actividades que agregan valor</b> $AAV = \frac{\sum \text{Actividades AV}}{\sum \text{Total Actividades}} \times 100\%$ AAV= Índice de Actividades que agregan valor del DAP Total de Actividades = Total de actividades del DAP	Razón
			MEDICIÓN DEL TRABAJO	<b>Tiempo Estándar</b> $TE = TN \times (1 + s)$ TE= Tiempo Estándar TN= Tiempo Normal S = Suplementos	Razón
<b>VD PRODUCTIVIDAD</b>	Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción (Aquilano, 2010)	se define como: "La relación producción-insumo en un periodo de tiempo específico, tomando en cuenta la salida requerida" (OIT).	EFICIENCIA	<b>Eficiencia del proceso</b> $\text{Eficiencia} = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total	Razón
			EFICACIA	<b>Eficacia del proceso</b> $\text{Eficacia} = \frac{UPR}{UPL} \times 100\%$ UPR = Unidades Producidas UPL = Unidades Planificadas	Razón

Elaboración Propia

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

En esta investigación se tomara una población finita, ya que lo podemos contar y no es de gran escala, también conocemos el producto del que hablaremos. Si mi población es pequeña y lo puedo contar considerando, ya no tengo que tomar muestreo significa también que no tendré un muestreo. La población dentro de la organización manufacturera consiste 20 órdenes de producción de ollas populares #60. La unidad de análisis será la olla popular Ø60 normal.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra es un subconjunto que representa a la población al poseer las características de esta (Valderrama, 2013, p.184). La muestra serán 20 órdenes de producción de ollas populares #60 normales. Hernández (2010), refiere “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra [...] las muestras seleccionadas obedecen a criterios de investigación” (p.176). Esto puesto que la ventaja de este tipo de muestra, desde la visión cuantitativa, es su utilidad para determinado diseño de estudio que requieren o tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas previamente al planteamiento de problemas.

### **2.3.3. Muestreo**

Toda la población pasará a ser parte de la muestra. El tipo de muestreo es no probabilístico, puesto que existe una preferencia del investigador por esa muestra. Puesto que, la productividad engloba a las ollas populares #60.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.194) el criterio para seleccionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se basa en el contexto de la investigación.

### **2.4.1. Técnicas**

La técnica a utilizar en esta investigación será la observación

### **2.4.2. Instrumento**

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.194) el objetivo de un instrumento de medición es la recolección de los datos sobre las variables de estudio.

Para el registro de las actividades totales, incluyendo las que agregan valor, se utilizó un forma de DAP. Por otro lado, para la determinación del tiempo estándar de producción, se utilizó un formulario de toma de tiempos. Finalmente, para la medición de la productividad se utilizó un formato, que registra la eficiencia y eficacia del proceso de producción.

### **2.4.3. Validez**

La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir (Hernández, 2014, p.200). Para determinar la validez de un instrumento se recomienda: ¿Está usted midiendo lo que usted cree que está midiendo?. (Kerlinger, 1979, p.138)

En la presente investigación, la validación de los instrumentos de recolección será realizada a través del proceso Juicio de Expertos. En este caso, los expertos serán tres magísteres de nuestra casa de estudios.

#### **2.4.4. Confiabilidad**

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados (Hernández, 2014, p.200).

### **2.5. Métodos de análisis de Datos**

El análisis de los datos se realizará mediante la estadística descriptiva e inferencial. Los datos se recopilarán antes y después de la implementación de la mejora; usando los software Ms. Excel y SPSS.

#### **2.5.1. Análisis Descriptivo**

El análisis descriptivo se realizará a través de las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y las medidas de variabilidad (rango, desviación estándar, coeficiente de variabilidad y varianza); además de representaciones gráficas.

#### **2.5.2. Análisis Inferencial**

Se encuentran las pruebas de comparación de medias con la finalidad de contrastar las hipótesis; es así que, se utiliza la prueba de “Shapiro Wilk” cuando la muestra es menor o igual a 30; o si es mayor a 30 se usa Kolmogorov Smirnov. De acuerdo a ello, se procederá a realizar las pruebas de T-Student si las variables son paramétricas, o Wilcoxon en el caso de obtener variables no paramétricas.

### **2.6. Aspectos Éticos**

En la presente investigación cada autor consultado ha sido debidamente referenciado en base a la normas ISO 690. Es así que, se respeta la propiedad intelectual.

### **2.7. Desarrollo de la propuesta**

#### **2.7.1. Situación Actual**

##### **2.7.1.1. Reseña Histórica**

Manufacturas Titanio S.A.C es una empresa que fabrica y comercializa ollas, cacerolas y sartenes; industriales y comerciales a nivel nacional. La empresa fue fundada en el año 2000, por un grupo de amigos de infancia, con ganas de generar un ingreso extra. Uno de estos socios es él que ha dirigido la empresa desde entonces. Él es de profesión técnico en mecánica y automatización industrial, por lo cual además de dirigir la empresa, él es el encargado de las capacitaciones y evaluación de nuevo personal.

En un comienzo, la empresa sólo contaba con una planta de fabricación; pero debido a la diversificación de su línea de productos, se acondicionó una vivienda contigua como lugar de fabricación.

#### 2.7.1.2. Descripción General de la Empresa

RUC: 20525129307

Razón Social: Manufacturas Titanio S.A.C.

Representante Legal: Rojas Ramos Antero Henry

Actividad Económica: Fabricación de otros productos Elaborados de Metal N.C.R

Dirección: Mza. C Lote. 1A A.H. Los Rosales de Carabayllo Lima – Lima – Carabayllo

Figura 28. Localización Geográfica de Manufacturas Titanio S.A.C.



Fuente: Google Maps



### 2.7.1.3. Perfil empresarial y principios organizacionales

#### 2.7.1.3.1. Visión

Ser una de las empresas reconocidas a nivel nacional en la fabricación de utensilios de acero para cocina, identificada principalmente por su precio y su calidad.

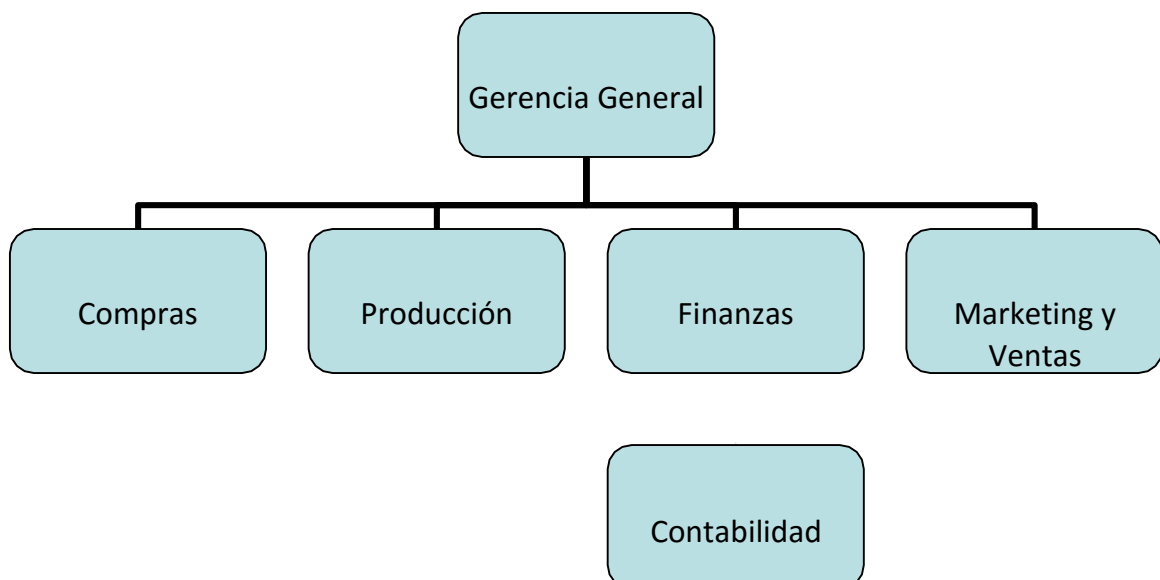
#### 2.7.1.3.2. Misión

Fabricar y comercializar utensilios de acero para cocina, de calidad y precio justo a nivel nacional.

#### 2.7.1.3.3. Organigrama de la Empresa

El gerente general de la empresa, a su vez es el encargado de las funciones de compras, finanzas, marketing y ventas. Las funciones de Producción y Mantenimiento poseen sus distintos encargados. Por otro lado, la contabilidad la lleva una persona externa.

Figura 29. Organigrama de Manufacturas Titanio S.A.C.



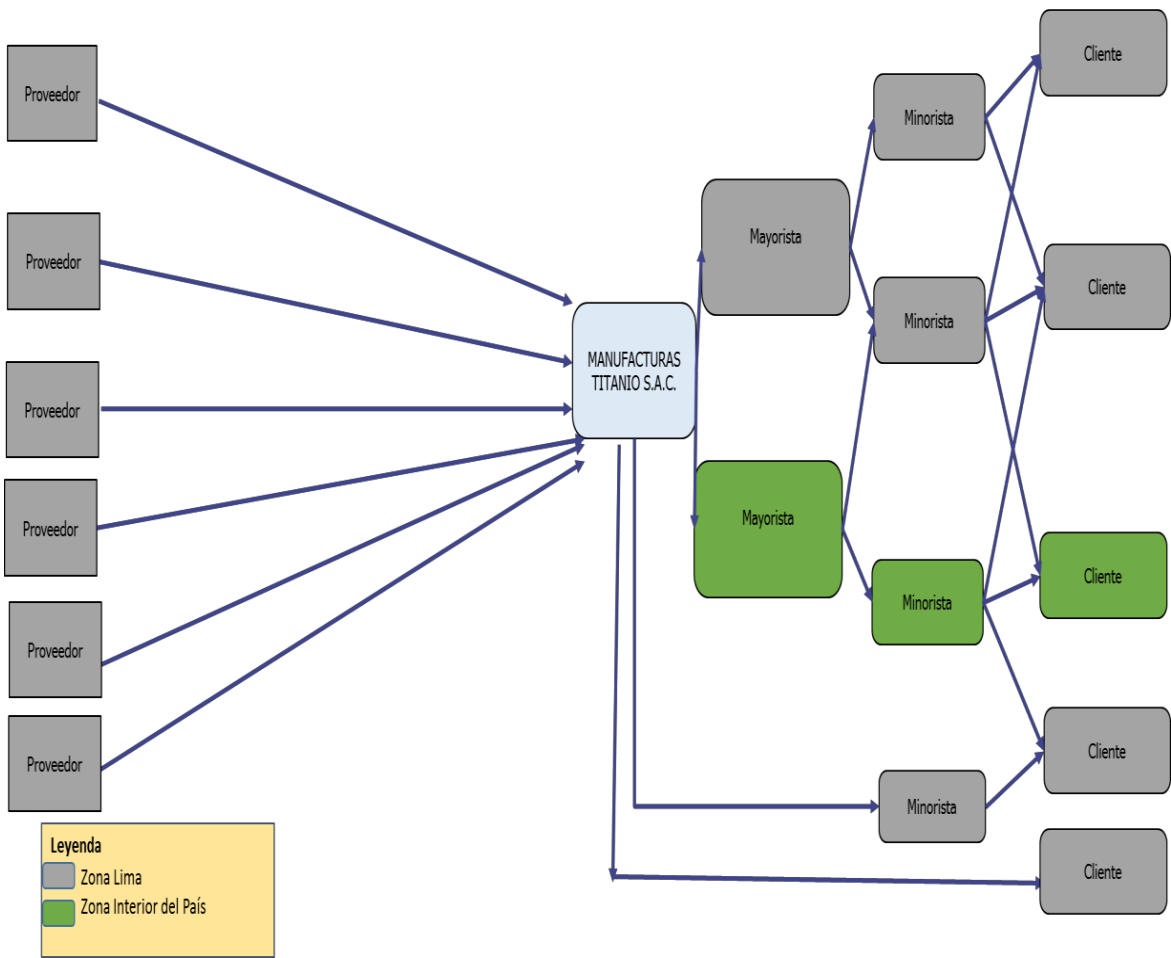
*Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.*

*Elaboración Propia*

2.7.1.4. Modelo de Negocio

El modelo de negocio de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C. es la fabricación de menaje para la cocina a base de aluminio nuevo y reutilizado, y luego comercializarlo por mayor y menor a nivel nacional. Las cadenas de suministro en los que se encuentra inmersa la empresa, se observan en la Figura 30.

Figura 30. Etapas de la cadena de suministro de Manufacturas Titanio S.A.C.

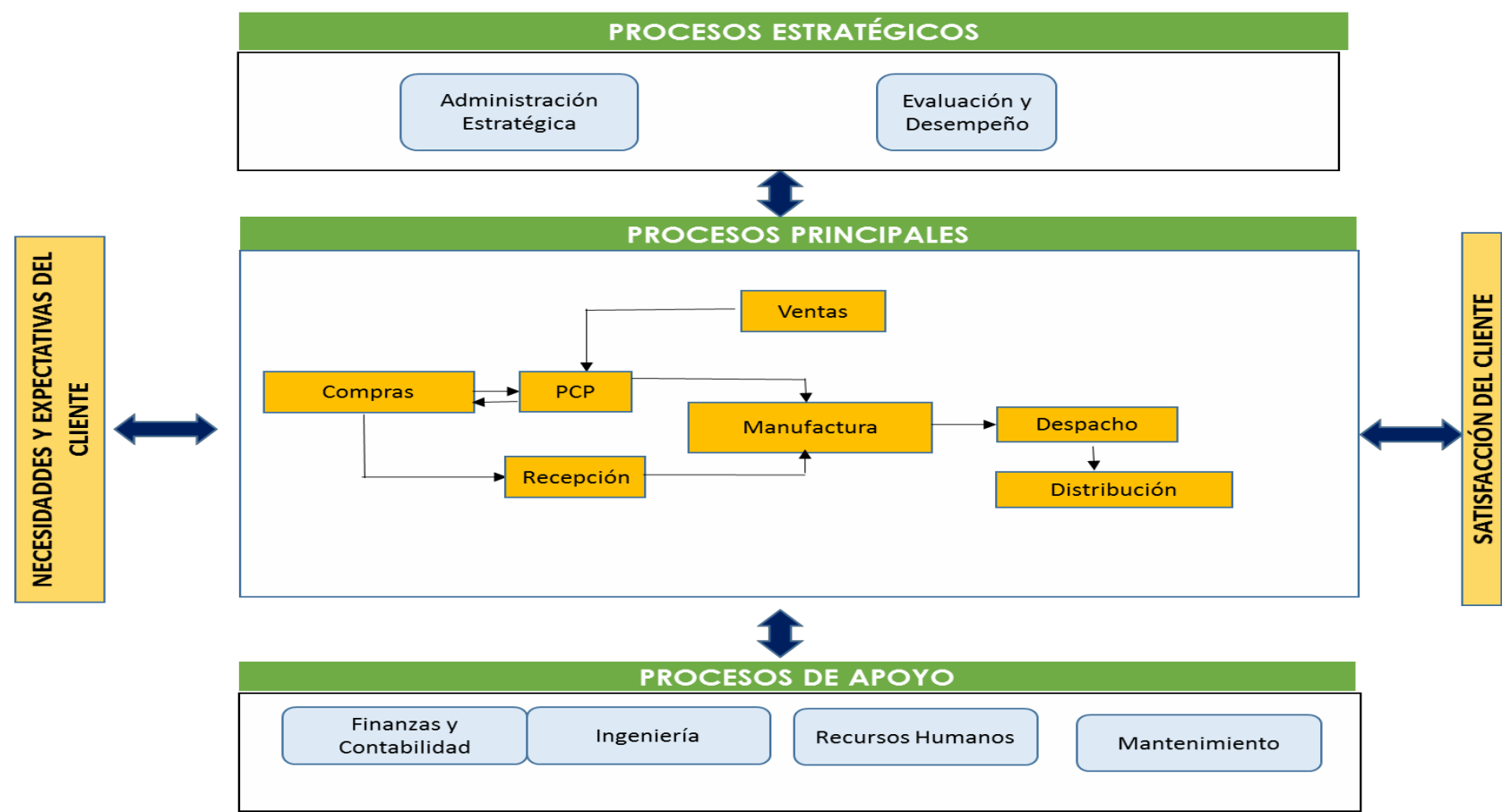


Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia

Los procesos que soportan el funcionamiento de estas cadenas de suministros se muestran en la Figura 31.

Figura 31. Macroproceso de Manufacturas Titanio S.A.C.



Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.  
Elaboración Propia

### 2.7.1.5. Productos de la empresa

La empresa Manufacturas Titanio S.A.C. posee una variedad de productos de menaje de cocina. La empresa clasifica su línea de ollas de aluminio de la siguiente manera (Ver Tabla 19).

Tabla 19. Clasificación de la línea de ollas de aluminio de Manufacturas Titanio S.A.C.

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
OLLAS COMERCIALES / POPULARES	Bordes doblados Material corriente Espesor de 0.5 a 1.9 mm.
OLLAS INDUSTRIALES	Bordes rectos Material de 1° Fusión Espesor de 2 a 6 mm.

*Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.*

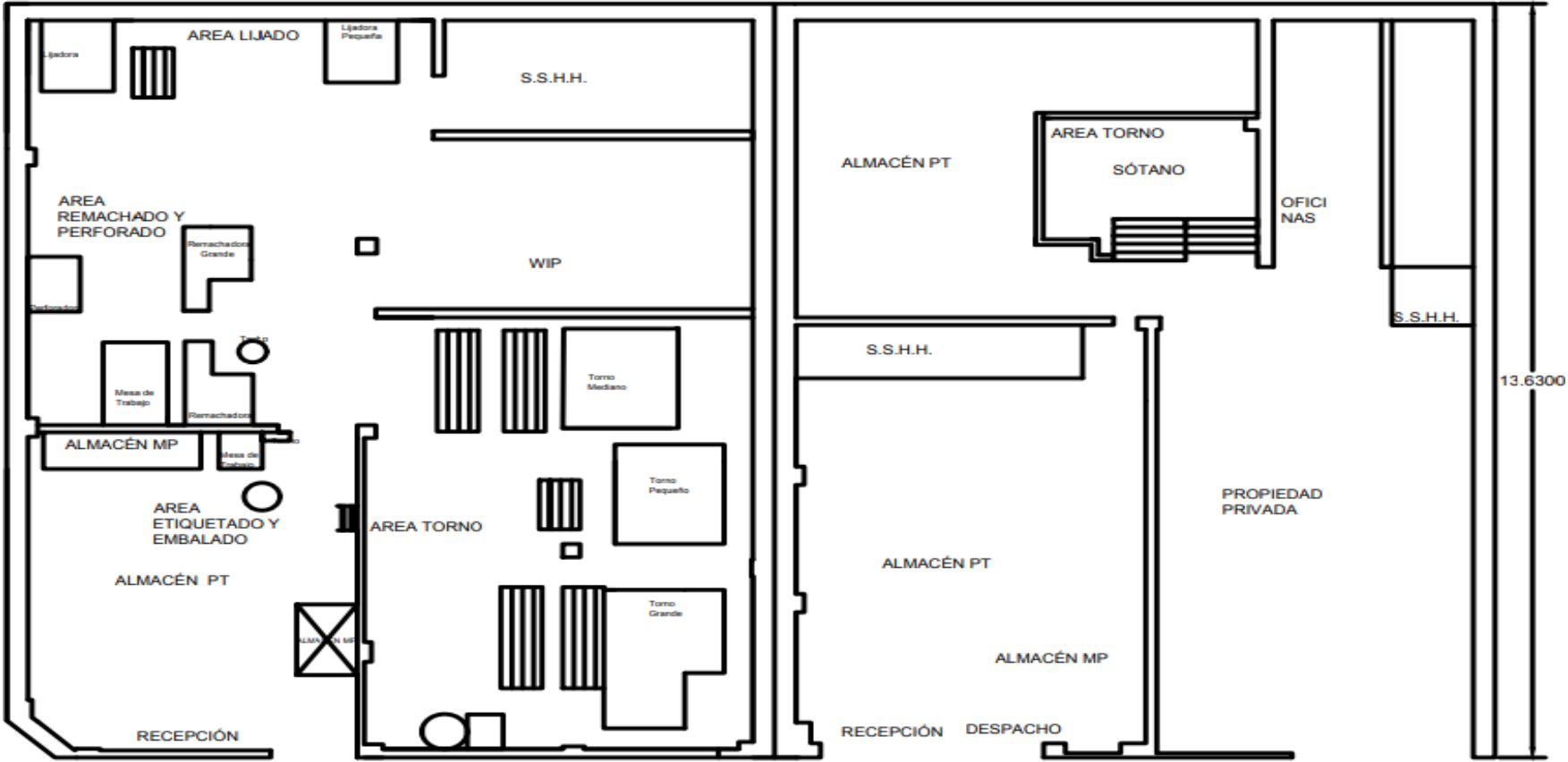
*Elaboración Propia*

Las ollas de tipo industrial son más resistentes que las populares. Puesto que, su espesor es mayor y el material es mejor. No obstante, estas características elevan su coste de producción

### 2.7.1.6. Infraestructura, Equipo y Maquinaria

El área donde se encuentra la planta de la empresa es de 195 m<sup>2</sup> aproximadamente. La empresa ésta conformada por dos plantas. La segunda planta (lado derecho) es una vivienda acondicionada. La figura 27, presenta el plano de la instalación, así como también la disposición de su maquinaria y equipo. En el sótano de esta última se encuentra un Torno. Por otro lado, la primera planta ha acondicionado un segundo piso, para almacenar productos terminados.

Tabla 20. Disposición de maquinaria y equipo Manufacturas Titanio S.A.C



Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia

De la Figura 27, se observa que el tipo de distribución para la manufactura de los productos es por procesos. Es así que, se encuentran áreas específicamente para las operaciones: Torneado, Lijado, Remachado

#### 2.7.1.6.1. Maquinaria

La Tabla 21, presenta la lista de máquinas, área y planta donde pertenecen, y la cantidad.

Tabla 21. Lista de maquinaria de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C.

Area	Maquinaria	Cant.	NºOperadores
TORNEADO	Torno Grande	1	2
	Torno Mediano	2	2 o 1
	Torno Pequeño	1	1
LIJADO	Lijadora	1	1
	Lijadora Pequeña	1	1
REMACHADO	Remachadora Grande	1	1
	Remachadora	1	1
PERFORADO	Perforadora	1	1

*Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.*

*Elaboración Propia*

#### 2.7.1.6.2. Equipo

La Tabla 22, muestra el equipo necesario para la manufactura de los productos de la empresa. Así como también, el área y planta a donde pertenecen.

Tabla 22. Lista de equipos de MANUFACTURAS TITANIO S.A.C.

PLANTA	AREA	EQUIPO	CANT
1	PERFORADO	Mesa de Trabajo	1
	REMACHADO		
	REMACHADO	Tacho de Pernos	1
1	ETIQUETADO Y EMBALADO	Tacho de Etiquetas	1
		Mesa de Trabajo	1
		Soporte de Embalado	1
2	FUNDIDO	Mesa de Trabajo	1
		Moldes	c/producto
1	TORNEADO	Moldes	
	LUJADO	Moldes	

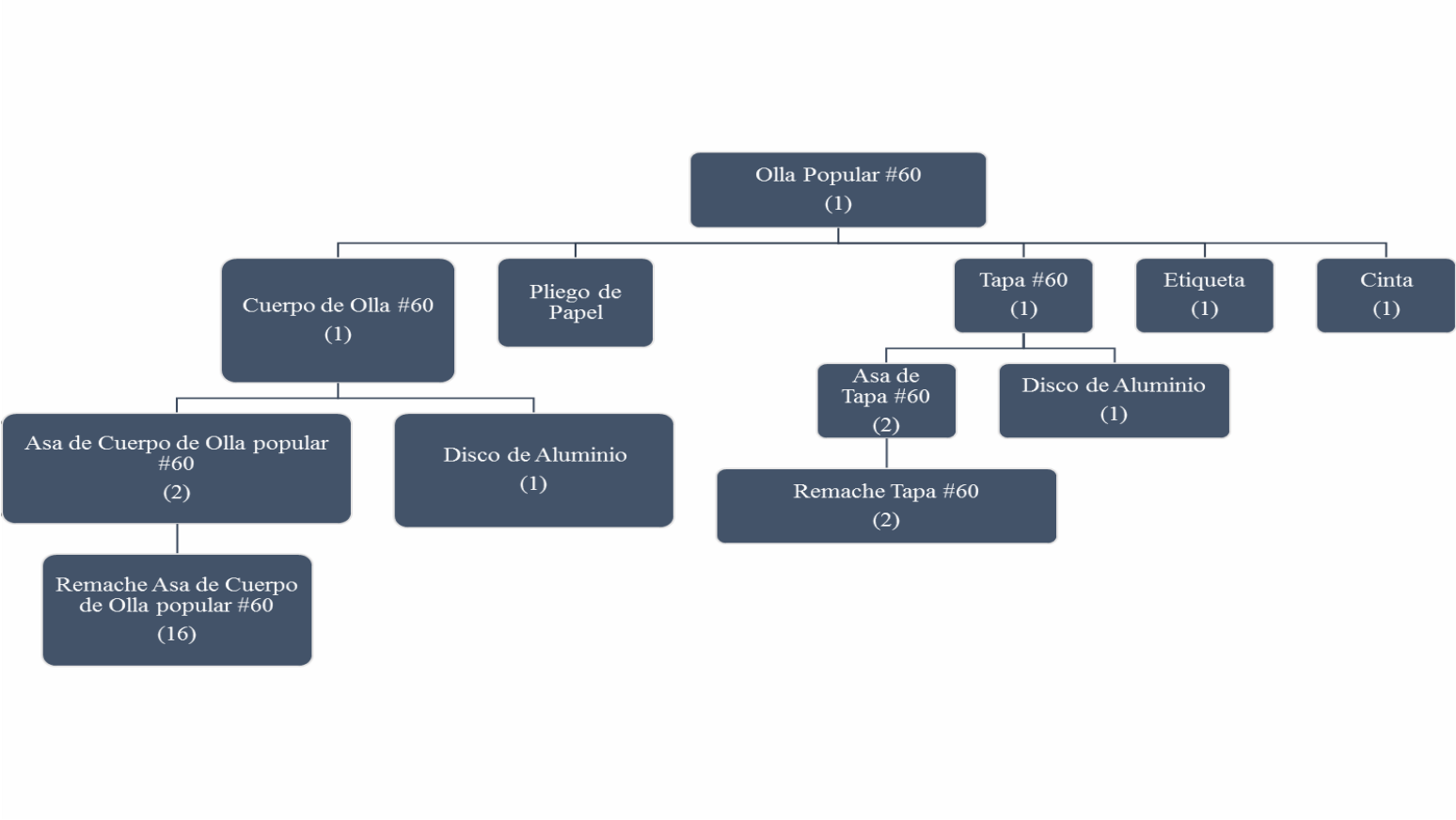
*Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.*

*Elaboración Propia*

#### 2.7.1.7. Descripción y análisis del proceso

En el capítulo 1.1. (Realidad Problemática) se seleccionó la olla popular número 60, como proyecto de mejora. La Figura 23, presenta la lista estructurada de materiales (*bill of materials*) de este producto.

Tabla 23. Lista Estructurada de Materiales de la Olla N°60



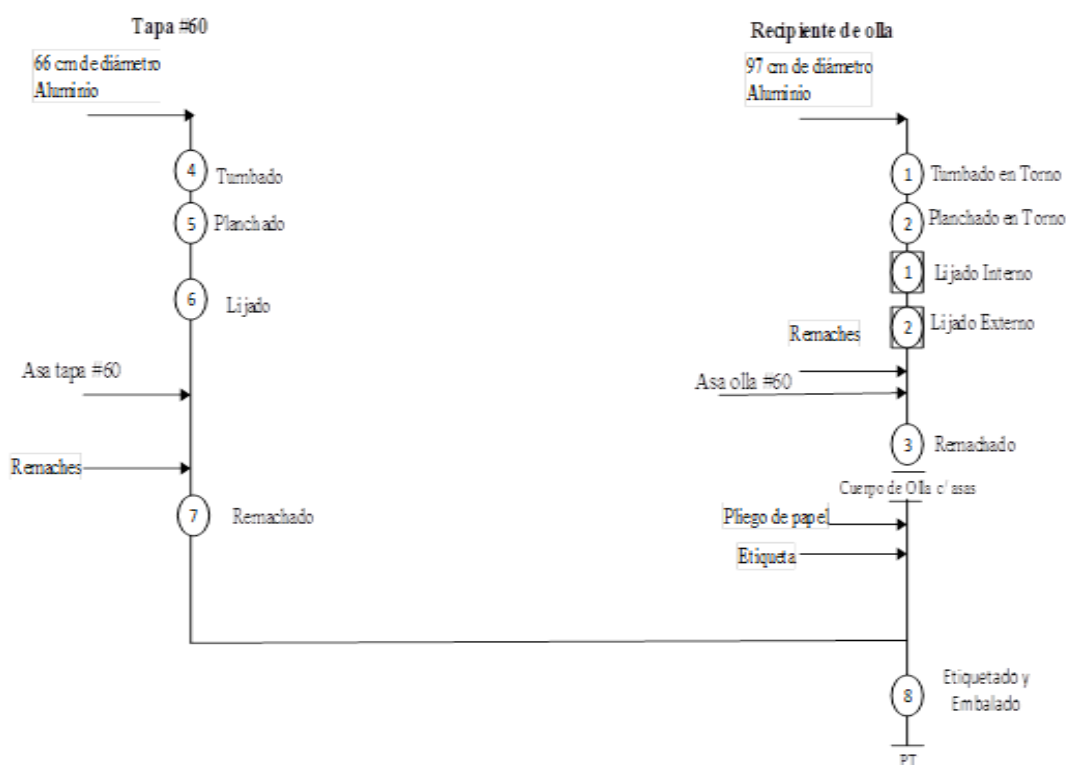
Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia



En el Diagrama de Operaciones, de la Figura 32, se observa las principales operaciones del proceso de fabricación de la olla popular #60. Así, como también las entradas de material y salida del producto terminado.

Figura 32. Diagrama de Operaciones de la manufactura de olla popular #60



Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia

Por otro lado, la Figura 33 presenta el recorrido de los materiales, con mayor recorrido, que constituyen la estructura física de la olla popular número 60; desde que se comienzan a manufacturar independientemente hasta que se ensamblan (producto terminado), y finalmente se etiquetan y embalan. La línea verde representa el flujo del recipiente de la olla, y la línea amarilla de la tapa. Asimismo los círculos verdes indican el inicio del proceso, mientras que los rojos el final.

Diagrama de flujo de la planta de producción de la empresa. El diagrama muestra la distribución de las áreas de trabajo y el flujo de materiales entre ellas. Las áreas incluyen: AREA LLIADO, S.S.H.H., AREA REMACHADO Y PERFORADO, WIP, AREA ETIQUETADO Y EMBALADO, AREA TORNOS, ALMACÉN MP, ALMACÉN PT, OFICINAS, SÓTANO, PROPIEDAD PRIVADA, RECEPCIÓN, and DESPACHO. Las líneas de flujo están representadas por líneas amarillas y azules que conectan las áreas de producción con los almacenes y el despacho.

*Elaboración Propia*

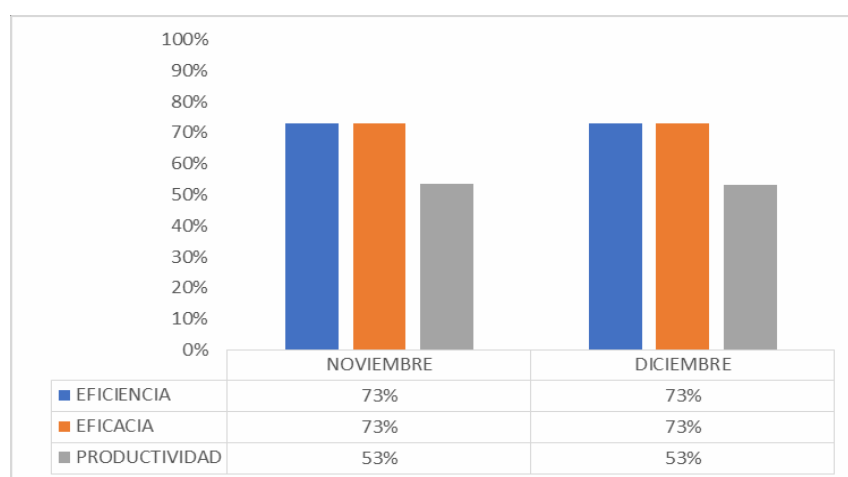
### 2.7.1.7.1. Análisis de las causas de baja productividad

En el capítulo 1.1 se determinó que las causas vitales que afectan la productividad en la olla popular #60 son las siguientes:

### 2.7.1.7.2. Deficiente control de la producción

En la empresa existe un ineficiente control de la productividad, puesto que no existen estándares de tiempo establecidos. Siendo la productividad promedio en los meses de Noviembre y Diciembre baja. (Ver Figura 31)

**Figura 31.** Eficiencia, eficacia y productividad de Noviembre a Diciembre de 2017



*Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.*

*Elaboración Propia*

### 2.7.1.7.3. Operarios Inactivos

La manufactura de la olla popular #60 implica la utilización de un Torno complejo. Las actividades de tumbado y planchado para la fabricación de este producto se realizan ahí. Esta máquina es operada por dos operarios: un Maestro y un Ayudante. La eficiencia operativa del ayudante y maestro se observa en el Diagrama de Actividades Múltiples de la Tabla 24. Es de resaltar que los tiempos registrados en dicho diagrama no fueron cronometrados rigurosamente; aunque si lo necesario para observar la simultaneidad en las tareas de los trabajadores.

Tabla 24. Diagrama de Actividades Múltiples operación de Planchado para cuerpo de olla popular #60

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C				DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES OPERARIO / OPERARIO	
Eficiencia	99.70%			68%	Eficiencia
Tiempo(s)	Maestro			Ayudante	Tiempo (s)
7	CARGAR RECIPIENTE EN TORNO			INACTIVO	4
1	DESLIZAR CONTRATUERCA			COLOCAR TAPA DEL MOLDE	5
1	PRENDER MAQUINA				
20	AJUSTAR CONTRATUERCA			INACTIVO	18
				COLOCAR SEGURO EN CONTRATUERCA	2
10	ECHAR GRASA			INACTIVO	9
10	ECHAR GRASA			TRASLADAR, RECOGER Y ENTREGAR PLANCHA	9
1	AGARRAR PLANCHA				
1	INACTIVO				
2	AGARRAR PLANCHA			PLANCHADO DEL RECIPIENTE	130
130	PLANCHADO DEL RECIPIENTE				
4	AGARRAR CUCHILLA			RETIRAR PLANCH A Y SOSTENER	2
5	CORTAR BORDE			INACTIVO	17
2	RETIRAR Y GUARDAR CUCHILLA				
10	ECHAR GRASA				
1	AGARRA TALCO			AGARRAR PLANCHA	2
2	AGARRAR PLANCHA				
72	PLANCHADO DEL RECIPIENTE			PLANCHADO DEL RECIPIENTE	72
10	ECHAR GRASA			INACTIVO	3
				RETIRAR Y TRASLADAR LOMO	4
1	AGARRA TALCO			INACTIVO	16
2	AGARRA CUCHARA				
12	REALIZAR BORDE				
2	RETIRA Y GUARDA CUCHARA			SACA SEGURO DEL TORNO	2
20	DESAJUSTAR CONTRATUERCA			INACTIVO	20
2	AGARRA MADERA				
2	DESCARGA PARTE DE OLLA DEL MOLDE				
2	RETIRA MADERA Y GUARDA				
2	DESCARGA RECIPIENTE DEL MOLDE (MANUAL)			DESCARGA RECIPIENTE DEL MOLDE (MANUAL)	2
3	APILA EL RECIPIENTE			INACTIVO	3
337					

Elaboración Propia

En la Tabla 24, se observa que la eficiencia del operador principal (maestro) es de 99.70%; mientras que la del operador secundario (ayudante) es de 68%.

#### 2.7.1.7.4. Tiempo de Preparación Extenso

La mayoría de las operaciones del proceso de fabricación de la olla popular #60, necesitan antes de ser efectuadas preparar la máquina donde se realizarán. Siendo los distintos tiempos de cambio de éstas máquinas, una porción importante del contenido de trabajo. En el caso, del Torno se requiere de dos trabajadores para efectuarla.

La preparación de máquina, para ejecutar las operaciones de Tumbado y Lijado Interno en el Torno grande y Lijadora, respectivamente consiste en el cambio de molde de acuerdo al tipo de olla a procesar. Por otro lado, para la operación de Planchado solamente se requiere ajustar el sujetador del molde; mientras que para la operación de Lijado Externo se cambia el molde de fierro por uno de madera.

El tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que sale la última pieza de un lote anterior, hasta que sale la primera pieza del siguiente lote después del cambio.

La Tabla 25 presenta los elementos involucrados dentro del tiempo de cambio de la actividad de tumbado. Asimismo, la Tabla 26 presenta el tiempo básico establecido para esta actividad.

Tabla 25. Elementos del tiempo de cambio de la actividad de tumbado

TIEMPO DE CAMBIO DE LA ACTIVIDAD. TUMBADO	
Nº DE ELEM.	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO
1	DESCARGAR MOLDE
2	LIMPIAR CONTRA UERCA
3	CARGAR MOLDE
4	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR
5	CENTRAR MOLDE
6	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA
7	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR
8	DESAJUSTAR TUERCAS DEL CONTRA UERCA
9	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRA UERCA
10	AJUSTAR TUERCAS DE CONTRA UERCA
11	TIRAR, RECOGER Y PIEZA
12	CARGAR PIEZA
13	TUMBAR
14	DESCARGAR
15	TIRAR Y APILAR

*Elaboración Propia*

Tabla 26. Tiempo básico de cambio de la actividad de Tumbado

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C														HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				CON REGRESO	
CONTINUO																			
NOM. DEL OPERADOR(ES) MANOLO Y RANDY			NOM. DE LA MÁQUINA TORNO			NÚMERO DE LA MÁQUINA			¿CALIDAD ACEPTADA?										
			HERRAMIENTA NÚMERO			ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA			¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?										
									¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?										
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60																			
# DE ELEMENTO	LECTURAS (min)													TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V.	TIEMPO NORMAL		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	9.1	0.7	1.0	0.7		
2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3	3.4	3.3	43.4	3.3	0.9	3.0		
3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	43.4	3.3	1.0	3.3		
4	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	39.5	3.0	0.9	2.7		
5	4.1	4.0	4.1	4.0	4.1	3.9	4.0	4.1	3.9	3.8	4.0	4.1	4.0	51.8	4.0	1.0	4.0		
6	0.7	0.7	0.8	0.7	1.2	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	10.1	0.8	0.9	0.7		
7	3.0	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	39.2	3.0	0.9	2.7		
8	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	52.2	4.0	0.9	3.6		
9	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.3	2.2	2.1	2.2	28.5	2.2	1.0	2.2		
10	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1	4.0	4.1	4.0	4.0	4.1	52.3	4.0	0.9	3.6		
11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.1	0.9	0.06		
12	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.9	0.1	1	0.07		
13	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.0	53.0	4.1	1	4.1		
14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1	1	0.06		
15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.4	0.1	0.9	0.09		
																	30.95		
INGENIER FECHA 28/10/2017																			
APROBADFECHA 28/10/2017																			

Elaboración Propia

Los suplementos adicionados al tiempo de cambio de herramental, serán los de la actividad de Tumbado en general. Puesto que, el tiempo de cambio de herramental está compuesto no solamente por elementos de preparación de máquina, sino también de ejecución (Ver Tabla 27).

Tabla 27. Suplementos de la actividad de Tumbado

ACTIVIDAD	TUMBADO
CONCEPTO	% del TN
Necesidades Personales	0.05
Base por Fatiga	0.06
Por trabajar de pie	0.03
Concentración intensa (trabajo preciso)	0.02
Esfuerzo muscular	0.03
Trabajo monótono	0.01
Total	0.20

*Elaboración Propia*

La Tabla 28, presenta el tiempo estándar de cambio de la actividad de Tumbado.

Tabla 28. Tiempo Estándar de la actividad de Tumbado

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C				HOJA DE RESUMEN DEL ESTUDIO	
Método		PRE-TEST	Producto	Pag. 1 de 1	
		POST-TEST		Olla popular #60	
ITEM	PIEZA	ACTIVIDAD	T.B. (min)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
1	RECIPIENTE	TUMBADO	30.95	0.20	37.14

*Elaboración Propia*

De la Tabla 28, se observa que el tiempo estándar de cambio de la actividad de Tumbado es de 37.14 min.; siendo bastante alto.

### 2.7.1.8. Análisis Pre-Test

#### 2.7.1.8.1. Tiempo Estándar (PRE-TEST)

La determinación del tiempo estándar para la manufactura de la olla popular #60 se realizó mediante el siguiente procedimiento.

1. Registrar información relacionada a la actividad, el operario y condiciones que puedan influir en el trabajo.
2. Descomponer las actividades en elementos.
3. Determinar el Tamaño de la muestra, con un método estadístico.

Para la determinación del tamaño de la muestra se realizó 10 observaciones, para cada una de las actividades para la manufactura de la olla popular #60. El detalle de estas observaciones se observa en los anexos del 12 al 21.

El resumen de estas observaciones y el cálculo del tamaño de la muestra se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29. Calculo del Tamaño de muestra (PRE-TEST)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C		HOJA DE RESUMEN DEL TAMAÑO DE MUESTRA		
Método	PRE-TEST	Elaborado por :		Rodas Huaman Robert
	POST-TEST	Producto:		Olla popular #60
PIEZA	ACTIVIDAD	$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
RECIPIENTE	TUMBADO	328	10850	13
TAPA		17	29	6
RECIPIENTE	PLANCHADO	96	933	9
TAPA		16	25	9
RECIPIENTE	LIJADO EXTERNO	32	105	8
RECIPIENTE	LIJADO INTERNO	36	130	5
TAPA	LIJADO	14	25	8
RECIPIENTE	REMACHADO	34	114	9
TAPA		5	3	5
OLLA	ETIQUETADO Y EMBALADO	18	31	15

Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.

Elaboración Propia



Una vez determinada el número de observaciones requeridas para cada actividad que compone el proceso de fabricación de la olla popular #60, se procede a realizar la toma de tiempos.

4. Cronometrar el tiempo invertido por el operario en cada elemento de la actividad.
5. Valorar el tiempo cronometrado.
6. Convertir los tiempos observados en Tiempos Básicos.

Las tomas de tiempos de cada una de las actividades, así como su valoración y posterior establecimiento de sus Tiempos Básicos se presentan en los anexos del 22 al. 31.

7. Establecer los suplementos que se añadirán al Tiempo Básico de la actividad.

Los suplementos considerados para las distintas actividades involucradas en la manufactura de olla popular #60 son los siguientes:

Tabla 30. Suplementos actividades fabricación olla popular #60

ACTIVIDAD	TUMBADO- PLANCHADO		LIJADO EXTERNO- INTERNO	LIJADO	REMACHADO		ETIQUETADO Y EMBALADO
	RECIPIENTE DE	TAPA DE OLLA	RECIPIENTE DE OLLA	TAPA DE OLLA	RECIPIENTE DE OLLA	TAPA DE OLLA	OLLA
CONCEPTO	% del TN						
Necesidades Personales	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Base por Fatiga	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03
Por trabajar de pie	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
Concentración intensa (trabajo preci	0.02	0.02	0.01	0.01			
Esfuerzo muscular	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Trabajo monótono	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	0.20	0.17	0.13	0.13	0.10	0.10	0.13

*Elaboración Propia*

8. Determinar el Tiempo Tipo de la actividad.

El cálculo del Tiempo Tipo de cada actividad, se presentan en la Hoja de Resumen del Estudio (Ver Tabla 31)

Tabla 31. Hoja de Resumen del Estudio (PRE-TEST)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C			HOJA DE RESUMEN DEL ESTUDIO		
Método		PRE-TEST	Producto	Olla popular #60	
		POST-TEST			
ITEM	PIEZA	ACTIVIDAD	T.B. (min)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
1	RECIPIENTE	TUMBADO	4.89	0.20	5.87
2	TAPA		1.60	0.17	1.87
3	RECIPIENTE	PLANCHADO	3.96	0.20	4.75
4	TAPA		1.54	0.17	1.80
5	RECIPIENTE	LIJADO INTERNO	3.53	0.13	3.99
6	RECIPIENTE	LIJADO EXTERNO	3.21	0.13	3.63
7	TAPA	LIJADO	1.39	0.13	1.57
8	RECIPIENTE	REMACHADO	3.36	0.10	3.70
9	TAPA		0.50	0.10	0.55
10	OLLA	ETIQUETADO Y EMBALADO	1.66	0.13	1.88
	TOTAL				29.60
INGENIERO			FECHA		
RODAS HUAMAN ROBERT			06/11/2017		
APROBADO POR			FECHA		
HENRY ROJAS			06/11/2017		

*Elaboración Propia*

El tiempo estándar para producir una olla es de 29.6 min.

#### 2.7.1.8.2. Índice de Actividades que agregan valor (PRE-TEST)

La elaboración del índice de las AAV se realizará según el siguiente procedimiento:

1. Elaborar el diagrama de operaciones del proceso de fabricación de la olla popular #60 (Ver Tabla 32)
2. Elaborar un diagrama de análisis de operaciones de cada componente
3. Combinar el diagrama de operaciones con el diagrama de análisis de operaciones, y generar el diagrama de procesos de flujo.

- Registrar los Tiempos Básicos de los elementos de cada actividad
- Elaborar el índice de las AAV, utilizando la siguiente fórmula:

$$AAV = \frac{\sum \text{Actividades AAV}}{\sum \text{Total de Actividades}} \times 100\% = \frac{23.40}{28.20} = 45.34\%$$

Tabla 32. Diagrama de Procesos de flujo de la olla popular #60 (PRE-TEST)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C										DIAGRAMA DE PROCESOS DE FLUJO								
<input checked="" type="checkbox"/> MÉTODO ACTUAL		<input type="checkbox"/> MÉTODO PROPUESTO		FECHA:										PÁGINA 1 DE 1				
PRE-TEST				POST-TEST														
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO																		
OLLA POPULAR #60																		
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:																		
DE TUMBADO A EMBALADO																		
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS  POR QUÉ CUÁNDO QUÉ QUIÉN DÓNDE CÓMO										
		NÚM	TIEMPO	NÚM	TIEMPO	NÚM	TIEMPO											
○	OPERACIONES	41																
⇒	TRANSPORTE	22																
□	INSPECCIONES	4																
⌚	RETRASOS							ESTUDIADO POR: RODAS HUAMAN ROBERT									VALOR	
▽	ALMACENAMIENTOS																	
DISTANCIA RECORRIDA			m.		m.		m.											
PASO	DETALLES DEL PROCESO			MÉTODO	OPERA- CIÓN	TRANS- PORTE	INSPEC- CIÓN	RETRASO	ALMACEN	DIST. EN M.	CANTIDAD	TIEMPO MIN/UN		OBS.	SI	NO		
TUMBADO DE RECIPIENTE																		
1	PREPARAR MÁQUINA				●	⇒	⇒	⌚	⇒			26.50						
2	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR				○	⇒	□	⌚	▽			0.06						
3	CARGAR PIEZA				●	⇒	□	⌚	▽			0.07						
4	TUMBAR				●	⇒	□	⌚	▽			4.07						
5	DESCARGAR				●	⇒	□	⌚	▽			0.06						
6	TRASLADAR Y APILAR				○	⇒	□	⌚	▽			0.09						
PLANCHADO DE RECIPIENTE																		
7	PREPARAR MAQUINA				●	⇒	□	⌚	▽			0.11						
8	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR				○	⇒	□	⌚	▽			0.07						
9	CARGAR PIEZA				●	⇒	□	⌚	▽			0.06						
10	PLANCHAR				●	⇒	□	⌚	▽			3.56						
11	DESCARGAR				●	⇒	□	⌚	▽			0.06						
12	TRASLADAR Y APILAR				○	⇒	□	⌚	▽			0.09						

Elaboración Propia

Tabla 33. Continuación

LIJADO INTERNO DE RECIPIENTE														
13	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA		<th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <td></td> <td></td> <td>0.07</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>							0.07				
14	TRASLADAR A MAQUINA									0.02				
15	CARGAR PIEZA									0.05				
16	PRENDER MAQUINA									0.02				
17	LIJADO INTERNO									3.06				
18	APAGAR MAQUINA									0.10				
19	DESCARGAR									0.11				
20	TRASLADAR Y APILAR									0.09				
LIJADO EXTERNO DE RECIPIENTE														
21	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA									0.07				
22	TRASLADAR A MAQUINA									0.02				
23	CARGAR PIEZA	12								0.06				
24	PRENDER MAQUINA									0.02				
25	LIJADO EXTERNO									2.74				
26	APAGAR MAQUINA									0.10				
27	DESCARGAR									0.11				
28	TRASLADAR Y APILAR									0.09				
REMACHADO DE RECIPIENTE														
29	TRASLADAR, RECOGER PIEZA Y TRASL									0.07				
30	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO									0.06				
31	REMACHAR LADO 1									1.53				
32	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO									0.06				
33	REMACHAR LADO 2	20								1.53				
34	APILAR									0.06				
35	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO									0.07				
TUMBADO DE TAPA														
36	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR									0.07				
37	CARGAR PIEZA									0.06				
38	TUMBAR									1.38				
39	DESCARGAR									0.06				
40	TRASLADAR Y APILAR									0.04				

*Elaboración Propia*

Tabla 34. Continuación

PLANCHADO DE TAPA																	
41	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR								0.07								
42	CARGAR PIEZA								0.15								
42	TUMBAR								0.89								
44	DESCARGAR								0.06								
45	TRASLADAR Y APILAR								0.04								
46	MOVER A LIJADORA								0.33								
LIJADO DE TAPA																	
47	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA								0.03								
48	TRASLADAR A MAQUINA								0.02								
49	PRENDER MAQUINA								0.02								
50	LIJADO								1.18								
51	APAGAR MAQUINA								0.10								
52	TRASLADAR Y APILAR								0.04								
REMACHADO DE TAPA																	
53	TRASLADAR, RECOGER Y TRASL PIEZA								0.04								
54	REMACHAR LADO	32							0.35								
55	APILAR								0.06								
56	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO								0.04								
ETIQUETADO Y EMBALADO																	
57	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR								0.07								
58	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO								0.06								
59	LIMPIAR Y PEGAR ETIQUETA								0.30								
60	COLOCAR PAPEL DE LADO 1								0.24								
61	COLOCAR PAPEL DE LADO 2								0.24								
62	ENCINTAR								0.35								
63	COLOCAR EN SOPORTE DE TRABAJO								0.06								
64	ENCINTAR	40							0.30								
65	APILAR								0.05								
TOTAL											51.61				23.40	28.21	
												AAV				45.34%	

*Elaboración Propia*

En la Tabla 34, se determina que el 45% de las actividades, del proceso de producción en cuestión, agregan valor a éste.

#### **2.7.1.8.3. Estimación de la Productividad Actual (PRE-TEST)**

La productividad actual en el proceso de fabricación de la olla popular #60, se determinó a través del siguiente procedimiento:

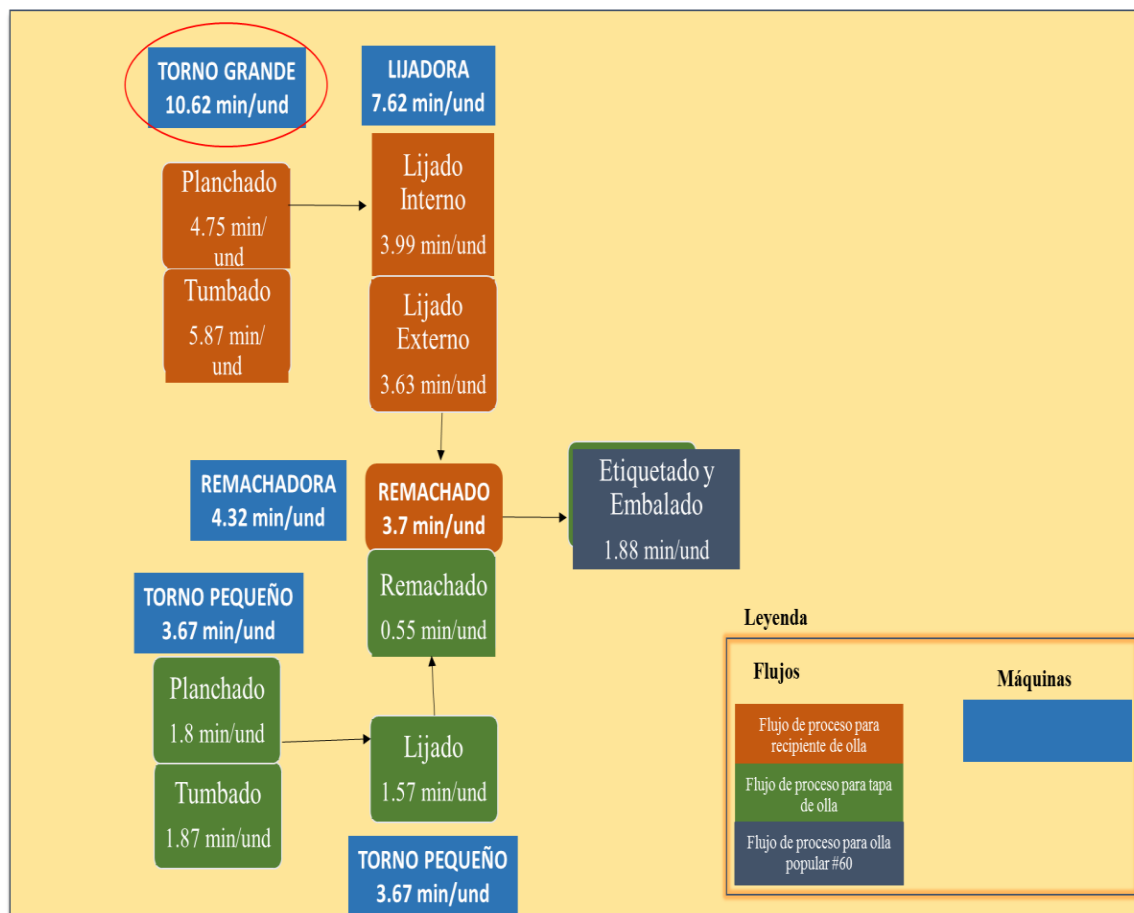
1. Identificación del cuello de botella del proceso.

Para la identificación del cuello de botella, se consideran los tiempos de las actividades secuenciales, que son realizadas en una misma máquina, como un solo tiempo estándar. Esto puesto que, al ser los tiempos de preparación de máquina para producir otros productos muy extensos, tanto en el Torno como en la Lijadora, se estableció que toda pieza que inicia su trabajo en la máquina debe terminar inmediatamente el resto de las actividades a realizar en dicha máquina; después de procesar el lote de la primera actividad.

Considerando lo anterior, se elaboró un diagrama de flujo del proceso con el propósito de identificar el cuello de botella del proceso.

La Figura 34, presenta el diagrama de flujo del proceso de la olla popular #60, con sus tiempos estándares de cada actividad.

Figura 34. Identificación del cuello de botella del proceso de fabricación de la olla popular #60



*Elaboración Propia*

2. Calcular la Capacidad de la planta, para la fabricación de ollas populares #60.

La Tabla 35, presenta el cálculo de la capacidad instalada de la planta.

Tabla 35. Calculo de la capacidad instalada

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA		
TIEMPO DE PROCESAMIENTO / CUELLO DE BOTELLA (MIN)		CAPACIDAD TEORICA (UND/HORA)
TORNO GRANDE	5.64	5.64

*Elaboración Propia*

En base a la capacidad teórica se determina la capacidad efectiva, la que determina verdaderamente en cuánto tiempo se producirá una unidad. El Factor de valoración para la determinación de esta capacidad la estableció el supervisor de producción.

Tabla 36. Calculo de la capacidad efectiva

CALCULO DE LA CAPACIDAD EFECTIVA		
CAPACIDAD TEORICA	FACTOR DE VALORACION	CAPACIDAD TEORICA (UND/HORA)
5.64	85%	4.79

*Elaboración Propia*

Finalmente, con toda esta información se determina la productividad de la empresa durante los días de la muestra. La Tabla 37 presenta los indicadores de eficiencia, eficacia y productividad de la empresa durante el periodo de muestra

Tabla 37. Eficiencia, Eficacia y Productividad Noviembre- Diciembre (Pre-Test)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C						REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD		
N° O/P	MES	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	UNIDADES PLANIFICADAS (und)	UNIDADES PRODUCIDAS (und)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	NOVIEMBRE	605	422	53.0	37	69.77%	70%	49%
2	NOVIEMBRE	590	434	51.7	38	73%	73%	54%
3	NOVIEMBRE	615	445	53.9	39	72%	72%	52%
4	NOVIEMBRE	620	456	54.3	40	74%	74%	54%
5	NOVIEMBRE	640	468	56.1	41	73%	73%	53%
6	NOVIEMBRE	630	479	55.2	42	76%	76%	58%
7	NOVIEMBRE	660	491	57.9	43	74%	74%	55%
8	NOVIEMBRE	690	502	60.5	44	73%	73%	53%
9	NOVIEMBRE	700	513	61.4	45	73%	73%	54%
10	NOVIEMBRE	720	525	63.1	46	73%	73%	53%
11	DICIEMBRE	740	536	64.9	47	72%	72%	52%
12	DICIEMBRE	720	548	63.1	48	76%	76%	58%
13	DICIEMBRE	750	559	65.7	49	75%	75%	56%
14	DICIEMBRE	720	525	63.1	46	73%	73%	53%
15	DICIEMBRE	740	491	64.9	43	66%	66%	44%
16	DICIEMBRE	630	468	55.2	41	74%	74%	55%
17	DICIEMBRE	680	502	59.6	44	74%	74%	54%
18	DICIEMBRE	750	525	65.7	46	70%	70%	49%
19	DICIEMBRE	725	548	63.6	48	76%	76%	57%
20	DICIEMBRE	700	513	61.4	45	73%	73%	54%


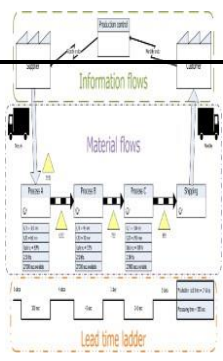

*Elaboración Propia*



## 2.7.2. Propuestas de Mejora

Las alternativas de solución para el incremento de la productividad en la fabricación de las ollas populares #60 se presentan en la Tabla 34. Estas fueron determinadas, en relación a las causas priorizadas y analizadas anteriormente.

Tabla 38. Alternativas de Solución para las causas encontradas

CAUSAS	MEJORA DE PROCESOS	ALTERNATIVAS DE MEJORA	
Deficiente Control de la producción		Medición del Trabajo	
Operarios Inactivos		Estudio de Métodos	
Tiempo de Preparación Extenso			

### 2.7.2.2.1. Cronograma de Actividades del Proyecto

Tabla 39. Cronograma de Actividades del Proyecto

N°	ACTIVIDAD	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Situación Actual de la empresa																																	
1	Levantamiento de información general de la empresa																																
2	Registro del proceso, identificación de AAV, toma de tiempos (PRE-TEST)																																
3	Estimación de la productividad																																
4	Análisis de las causas de baja productividad																																
Propuestas de mejora																																	
5	Elección de las alternativas de mejora																																
6	Elaboración del cronograma y presupuesto del proyecto																																
Implementación de la mejora de procesos																																	
Estudio de Métodos																																	
7	Mapa de la Cadena de Valor																																
8	Diagrama de Multiactividades																																
10	Medición del Trabajo																																
Resultados de la V.I.																																	
11	Recolección de datos, identificación de AAV y toma de tiempos (POST-TEST)																																
Análisis económico financiero																																	
12	Análisis del VAN, TIR, B/C																																
Análisis de datos cuantitativos																																	
13	Análisis descriptivo																																
14	Análisis Inferencial																																
Discusión, Conclusiones y Recomendaciones																																	
15	Redacción de los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones																																

Elaboración Propia

### 2.7.3. Ejecución de la Propuesta

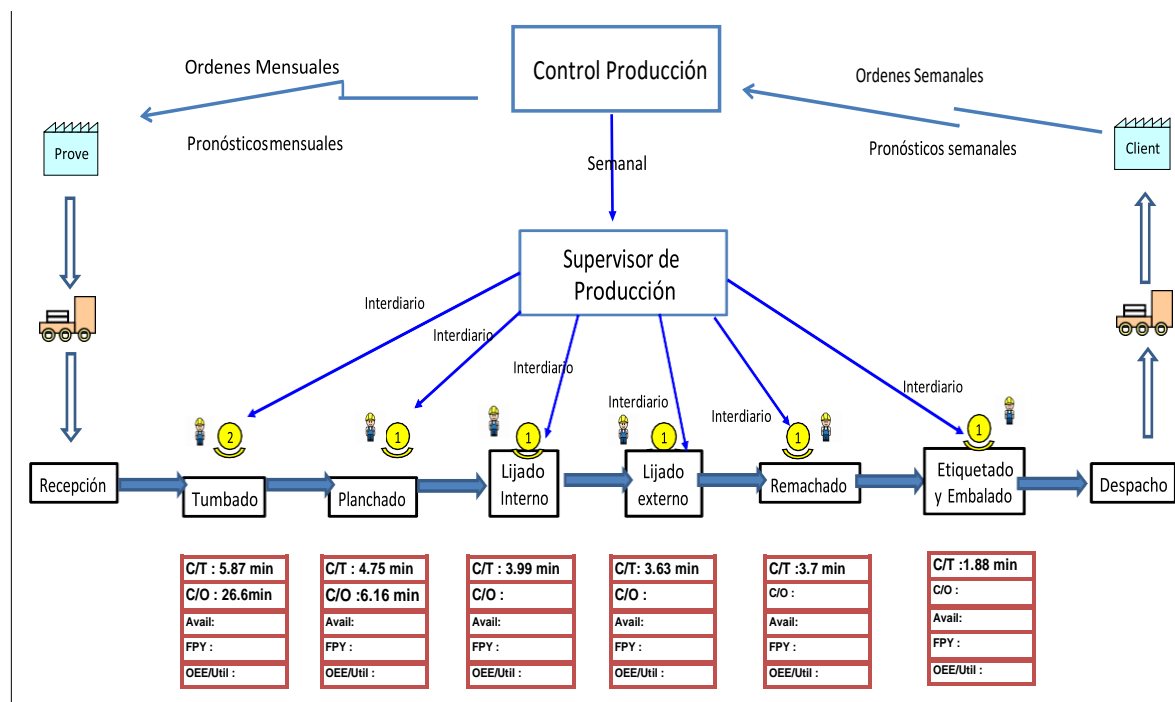
#### 2.7.3.1- Implementación del Estudio de Métodos para reducir el tiempo inactivo de los operarios.

El Estudio de Métodos en el proceso de ollas populares #60, se implementará a través del siguiente procedimiento:

##### 1. SELECCIÓN DEL TRABAJO Y ESTABLECIMIENTO DE SUS LÍMITES DE ESTUDIO.

En capítulos anteriores, ya se ha seleccionado el trabajo a estudiar, a través de la técnica de Pareto (Ver Figura 1). Siendo el proceso a mejorar el de las ollas populares #60, por ser el producto que contribuye mayor beneficio anual a la empresa. No obstante, aún no se ha establecido las actividades o actividad a estudiar. Es así que la Figura 35, presenta el Mapa de la Cadena de Valor de la línea principal del proceso (la de mayor contenido de trabajo), con el propósito de entender el flujo del proceso y detectar oportunidades de mejora en alguna de sus etapas.

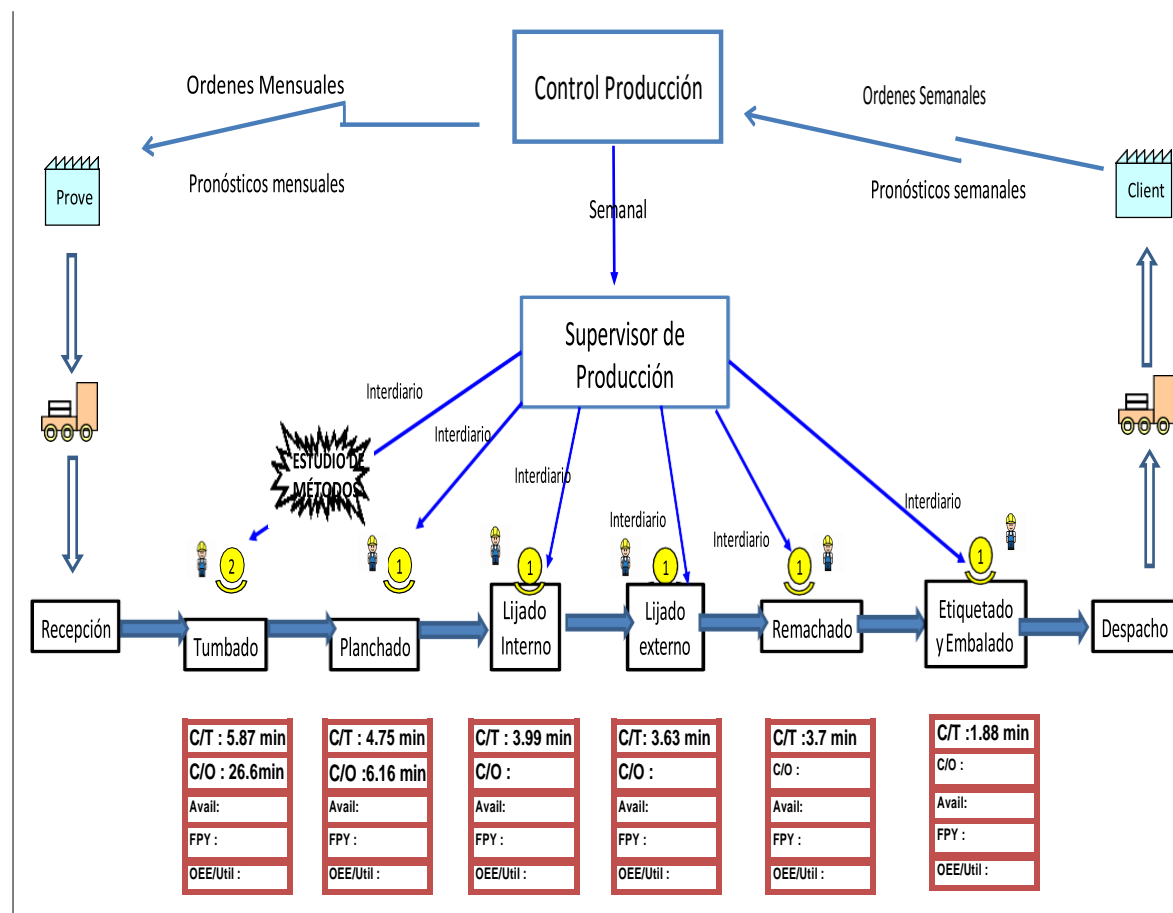
Figura 35. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60



Elaboración Propia

De la Figura 35 se observa que la operación de Tumbado y de Planchado son las de mayor tiempo de procesamiento; además de ser las más costosas al contar con dos trabajadores para ejecutarla. Es así que, la actividad a mejorar será el Planchado como lo indica la Figura 36.

Figura 36. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60 (Propuesta de Mejora)

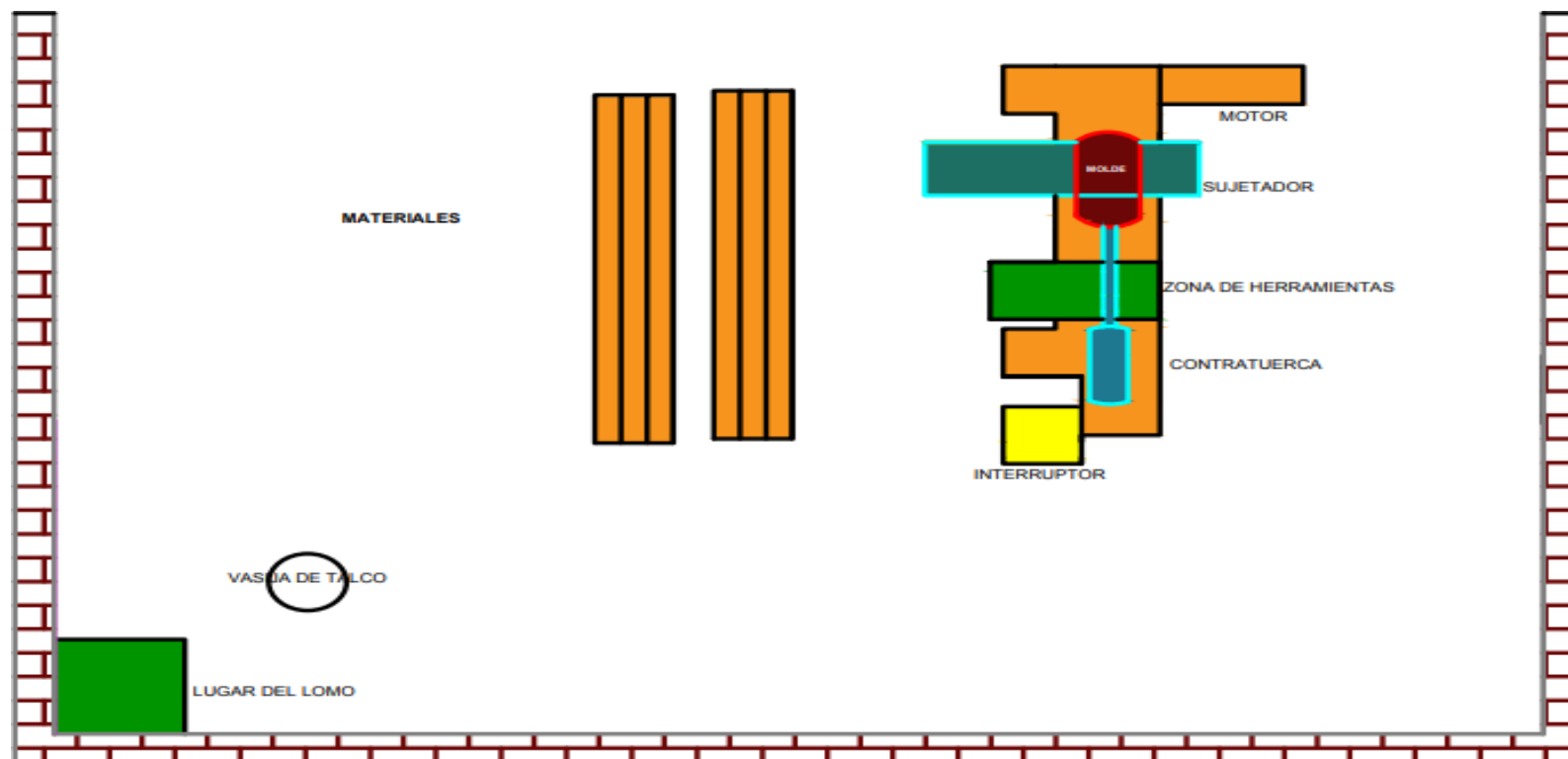


Elaboración Propia

## 2. REGISTRO DE LA TAREA, TRABAJADOR Y CONDICIONES QUE INFLUYAN EN SU EJECUCIÓN

La operación de planchado es ejecutado por dos operadores (1 principal – 1 ayudante). La Figura 37, muestra la disposición del puesto de trabajo.

Figura 37. Disposición del puesto de trabajo de la operación de planchado



*Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.*

*Elaboración Propia*

Las herramientas utilizadas en esta operación se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40. Lista de herramientas para la operación de planchado del recipiente

HERRAMIENTAS		
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
PLANCHA	Varilla de fierro con punta de acero	
CUCHILLA	Varilla de fierro con punta afilada de acero	
CUCHARA	Varilla de fierro con punta de acero ovalada	
MADERA	Varilla de madera	

*Fuente: Manufacturas Titanio S.A.C.*

*Elaboración Propia*

El registro del método de trabajo se realizó a través de un Diagrama de Multiactividades, que muestra las actividades realizadas por el Maestro (operador principal) y ayudante en el orden en que ocurren, pero indicando su escala de tiempo. Es así que, se podrá analizar la simultaneidad de sus tareas; así como también la determinación del tiempo activo e inactivo de cada uno cuando ejecutan dicho trabajo. No obstante, es importante recalcar que la toma de tiempos de un diagrama multiactividades no es tan rigurosa, aunque sí lo suficiente para que el diagrama sirva. Por otro lado, el tiempo estándar de dicha actividad ya se estableció en capítulos anteriores; cronometrando el elemento dominante.

La Tabla 41 presenta el método de trabajo actual de la actividad de planchado; así como también el porcentaje de tiempo activo e inactivo de cada operario.

Tabla 41. Diagrama Multiactividad operación de Planchado (Metodo Actual)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C				DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES OPERARIO / OPERARIO	
Eficiencia	99.70%			68%	Eficiencia
Tiempo(s)	Maestro			Ayudante	Tiempo (s)
7	CARGAR RECIPIENTE EN TORNO			INACTIVO	4
1	DESLIZAR CONTRATUERCA			COLOCAR TAPA DEL MOLDE	5
1	PRENDER MAQUINA				
20	AJUSTAR CONTRATUERCA			INACTIVO	18
				COLOCAR SEGURO EN CONTRATUERCA	2
10	ECHAR GRASA			INACTIVO	9
10	ECHAR GRASA				
1	AGARRAR PLANCHA			TRASLADAR, RECOGER Y ENTREGAR PLANCHA	9
1	INACTIVO				
2	AGARRAR PLANCHA				
130	PLANCHADO DEL RECIPIENTE			PLANCHADO DEL RECIPIENTE	130
4	AGARRAR CUCHILLA			RETIRAR PLANCH A Y SOSTENER	2
5	CORTAR BORDE			INACTIVO	17
2	RETIRAR Y GUARDAR CUCHILLA				
10	ECHAR GRASA				
1	AGARRA TALCO				
2	AGARRAR PLANCHA			AGARRAR PLANCHA	2
72	PLANCHADO DEL RECIPIENTE			PLANCHADO DEL RECIPIENTE	72
10	ECHAR GRASA			INACTIVO	3
				RETIRAR Y TRASLADAR LOMO	4
1	AGARRA TALCO			INACTIVO	16
2	AGARRA CUCHARA				
12	REALIZAR BORDE				
2	RETIRA Y GUARDA CUCHARA			SACA SEGURO DEL TORNO	2
20	DESAJUSTAR CONTRATUERCA			INACTIVO	20
2	AGARRA MADERA				
2	DESCARGA PARTE DE OLLA DEL MOLDE				
2	RETIRA MADERA Y GUARDA				
2	DESCARGA RECIPIENTE DEL MOLDE (MANUAL)			DESCARGA RECIPIENTE DEL MOLDE (MANUAL)	2
3	APILA EL RECIPIENTE			INACTIVO	3
337					

Elaboración Propia

De la Tabla 41, se observa que el operador que posee el mayor tiempo inactivo es el ayudante, con un 68% de utilización de su tiempo, mientras que el operador principal un 99%.

### 3. EXÁMEN CRÍTICO DEL MÉTODO DE TRABAJO: TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

El análisis del método de trabajo actual se realizará mediante la técnica del interrogatorio.

Análisis del elemento ECHAR GRASA (Ver Tabla 35)

**P:** ¿Qué se hace?

**R:** *Se unta grasa en el disco*

**P:** ¿Por qué se hace?

**R:** *El material suele ser de baja calidad, puesto que es reutilizado. La grasa permite que la plancha estire el disco y borre las líneas con mayor facilidad, sin riesgo de rasguñar el recipiente.*

**P:** ¿Cuándo se hace?

**R:** *Previamente al planchado del recipiente*

**P:** ¿Cómo se hace?

**R:** *Se hunta grasa en una posición fija del recipiente, puesto que al estar girando se distribuirá a lo largo de éste*

**P:** ¿Quién lo hace?

**R:** *El Operador Principal*

**P:** ¿Qué otra persona podría hacerlo?

**R:** *Lo podría realizar el ayudante por la parte trasera. Puesto que al estar el recipiente girando, no existe mayor diferencia en que se unte grasa por la parte delante o trasera del molde*



#### **Análisis del elemento DESAJUSTAR CONTRATUERCA (Ver Tabla 35)**

**P:** ¿Qué se hace?

**R:** *Se desajusta la contratuerca*

**P:** ¿Por qué se hace?

**R:** *Para que poder descargar el recipiente completo, Puesto que la contratuerca ejerce presión sobre el molde, fijándolo para que no se mueva cuando se ejecute la operación*

**P:** ¿Cuándo se hace?

**R:** *Después de sacar el seguro de la contratuerca, y antes de la descarga parcial del recipiente con la madera*

**P:** ¿Cuándo **podría** hacerse?

**R:** *Después de sacar el seguro de la contratuerca ,y antes de descargar el recipiente completo.*

**P:** ¿Quién lo hace?

**R:** *El Operador Principal*

**P:** ¿Qué **otra** persona podría hacerlo?

**R:** *Lo podría realizar el ayudante puesto que en el momento que el maestro saca parcialmente la olla con la madera el está inactivo*

#### **4. ESTABLECIMIENTO DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO**

La Tabla 42, presenta el nuevo método de trabajo ideado para la actividad de Planchado.

Tabla 42. Diagrama Multiactividad operación de Planchado (Metodo Propuesto)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C				DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES OPERARIO / OPERARIO	
Eficiencia		98.62%		91%	Eficiencia
Tiempo(s)	Maestro			Ayudante	Tiempo (s)
7	CARGAR RECIPIENTE EN TORNO			INACTIVO	4
1	DESLIZAR CONTRATUERCA			COLOCAR TAPA DEL MOLDE	5
1	PRENDER MAQUINA				
20	AJUSTAR CONTRATUERCA			TRASLADA, RECOGE Y DEJA CERCA AL TORNO EL LOMO	8
				COLOCAR SEGURO EN CONTRATUERCA	2
10	ECHAR GRASA			ECHAR GRASA	10
1	AGARRA TALCO			INACTIVO	1
2	AGARRA LOMO			ENTREGA EL LOMO	2
130	PLANCHADO DEL RECIPIENTE			PLANCHADO DEL RECIPIENTE	130
4	AGARRAR CUCHILLA			RETIRAR LOMO Y DEJAR CERCA AL TORNO	4
5	CORTAR BORDE			ECHAR GRASA	5
2	RETIRAR Y GUARDAR CUCHILLA			INACTIVO	3
1	AGARRA TALCO				
2	AGARRA LOMO			ENTREGA EL LOMO	2
72	PLANCHADO DEL RECIPIENTE			PLANCHADO DEL RECIPIENTE	72
1	AGARRA TALCO			RETIRAR Y TRASLADAR LOMO SU LUGAR ORIGEN	4
2	AGARRA CUCHARA				
12	REALIZAR BORDE			ECHAR GRASA	5
				INACTIVO	7
2	RETIRA Y GUARDA CUCHARA			SACA SEGURO DEL TORNO	2
2	AGARRA MADERA			DESAJUSTA CONTRATUERCA	10
4	INACTIVO				
2	DESCARGA PARTE DEL RECIPIENTE DEL MOLDE				
2	RETIRA MADERA Y GUARDA				
2	DESCARGA RECIPIENTE COMPLETO DEL MOLDE (MANUAL)			DESCARGA RECIPIENTE COMPLETO DEL MOLDE (MANUAL)	2
3	APILA OLLA			INACTIVO	3
290					

Elaboración Propia

De la Tabla 42, se puede observar que la eficiencia del operador principal es de 98% y la del ayudante del 91%.

## 5. EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO

La Tabla 43, presenta la eficiencia de la mano de obra con el método actual y el método propuesto.

Tabla 43. Eficiencia trabajadores de la operación de planchado método actual vs. método propuesto

	ACTUAL		PROPUESTO	
	OPERADOR PRINCIPAL	AYUDANTE	OPERADOR PRINCIPAL	AYUDANTE
UTILIZACION TIEMPO	99%	68%	98.62%	91%

La Tabla 44, presenta el tiempo de operación aproximado con el método actual y el método propuesto.

Tabla 44. Tiempo Total aproximado de la operación planchado método actual vs. método propuesto

	PROPUESTO	ACTUAL
TIEMPO TOTAL APROX (s)	290.00	337.00
REDUCCIÓN	14%	

*Elaboración Propia*

De la Tabla 44, se observa que la eficiencia del operador principal decrece un 1% con el método de trabajo propuesto; no obstante la eficiencia del ayudante se incrementa en un 23%. Por otro lado, en la Tabla 40, se observa que el tiempo aproximado de operación se reduce en un 14%. Basándose en los resultados de estas tablas, se decide implantar el método propuesto puesto que traerá beneficios.

## 6. DEFINICIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO

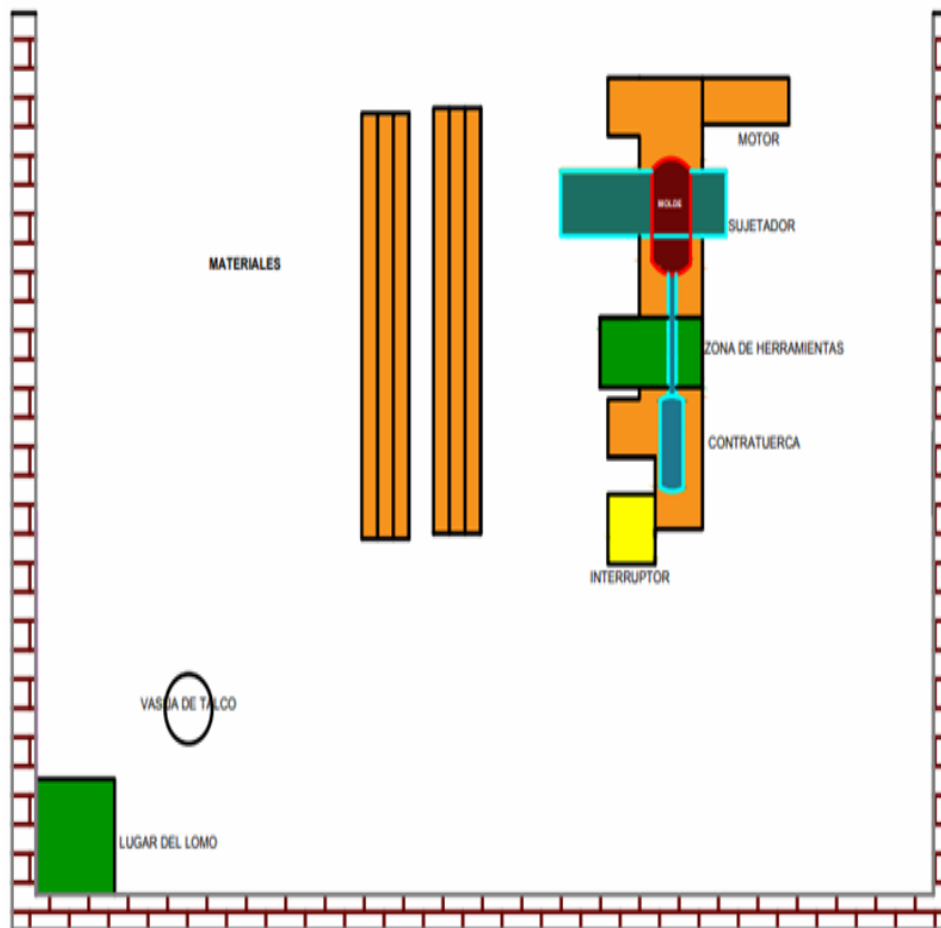
El nuevo método de trabajo para el planchado del recipiente se establece en la siguiente Hoja de Instrucciones (Ver Tabla 45 y 46).

Tabla 45. Hoja de Instrucciones actividad de Planchado

HOJA DE INSTRUCCIONES				
Producto:	Olla popular #60	Equipo:	Plancha, cuchilla, cuchara, madera	
Operación	Planchado del recipiente	DISPOSICIÓN AL REVERSO DE LA HOJA		
Compuesto por:	Rodas Human Robert	Fecha:	20/02/2018	
Aprobado por:	Henry Rojas	Fecha:	22/02/2018	
Versión:	001			
	Maestro			Ayudante
	CARGAR RECIPIENTE EN TORNO			INACTIVO
				COLOCAR TAPA DEL MOLDE
		DESLIZAR CONTRATUERCA		
	PRENDER MAQUINA			
	AJUSTAR CONTRATUERCA			TRASLADA, RECOGE Y DEJA CERCA AL TORNO EL LOMO
				COLOCAR SEGURO EN CONTRATUERCA
	ECHAR GRASA			ECHAR GRASA
	AGARRA TALCO			INACTIVO
	AGARRA LOMO			ENTREGA EL LOMO
	PLANCHADO DEL RECIPIENTE			PLANCHADO DEL RECIPIENTE
	AGARRAR CUCHILLA			RETIRAR LOMO Y DEJAR CERCA AL TORNO
	CORTAR BORDE			ECHAR GRASA
	RETIRAR Y GUARDAR CUCHILLA			INACTIVO
	AGARRA TALCO			
	AGARRA LOMO			ENTREGA EL LOMO
	PLANCHADO DEL RECIPIENTE			PLANCHADO DEL RECIPIENTE
	AGARRA TALCO			RETIRAR Y TRASLADAR LOMO SU LUGAR ORIGEN
	AGARRA CUCHARA			
	REALIZAR BORDE			ECHAR GRASA
				INACTIVO
	RETIRA Y GUARDA CUCHARA			SACA SEGURO DEL TORNO
	AGARRA MADERA			DESAJUSTA CONTRATUERCA
	INACTIVO			
	DESCARGA PARTE DEL RECIPIENTE DEL MOLDE			
	RETIRA MADERA Y GUARDA			
	DESCARGA RECIPIENTE COMPLETO DEL MOLDE (MANUAL)			DESCARGA RECIPIENTE COMPLETO DEL MOLDE (MANUAL)
	APILA OLLA			INACTIVO

Elaboración Propia

Tabla 46. Hoja de Instrucciones actividad de Planchado (al reverso)



*Elaboración Propia*

## 7. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO

Para la implementación del nuevo método de trabajo de la operación de planchado, se siguió los siguientes pasos:

1. Presentar el nuevo método al gerente general, para su aprobación.
2. Conseguir que el jefe del departamento o taller acepte el cambio.
3. Conseguir que los trabajadores de la operación de planchado acepten el cambio.

Una vez realizada las tres primeras fases, se procede a capacitar a todos los interesados del método de trabajo.

#### 4. Enseñar a los operarios involucrados el nuevo método de trabajo

La capacitación para con el nuevo método y los nuevos movimientos que involucra se realizó utilizando la Hoja de Instrucciones.

### 8. *CONTROL DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO*

Para el control y mantenimiento del nuevo método de trabajo se estableció un control de cambios en la Hoja de Instrucciones; para que los operarios sepan cuál es el método de trabajo vigente.

Asimismo, se delegó al supervisor de producción la responsabilidad de “cuidar asuidamente” el nuevo método de trabajo; hasta que sepa que el operario domina su trabajo y ha alcanzado la productividad planificada.

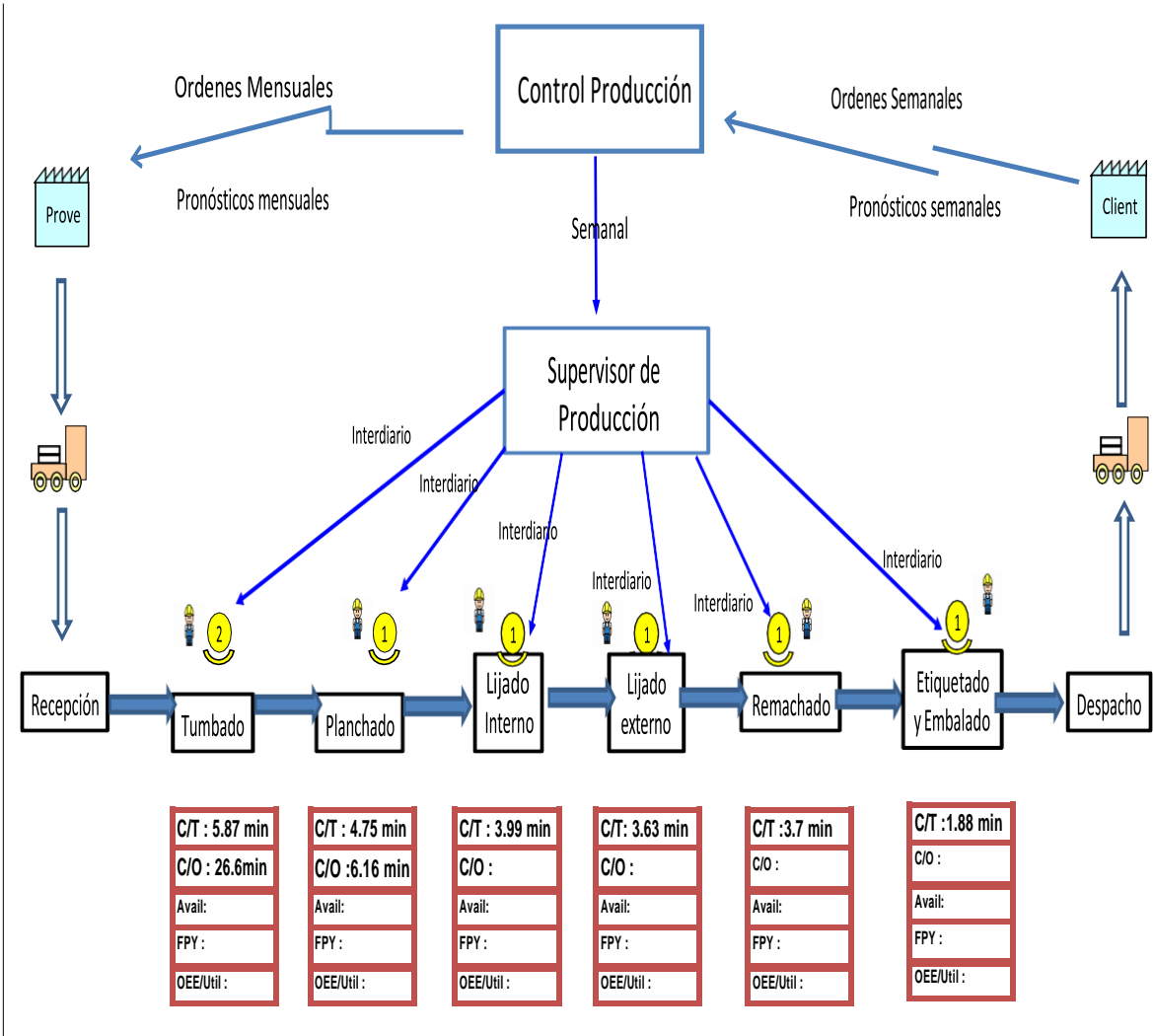
#### **2.7.3.2. Implementación del Estudio de Métodos para reducir el tiempo de cambio de herramental**

El Estudio de Métodos en el proceso de ollas populares #60, se implementará a través del siguiente procedimiento:

##### *1. SELECCIÓN DEL TRABAJO Y ESTABLECIMIENTO DE SUS LÍMITES DE ESTUDIO.*

En capítulos anteriores, ya se ha seleccionado el trabajo a estudiar, a través de la técnica de Pareto (Ver Figura 1). Siendo el proceso a mejorar el de las ollas populares #60, por ser el producto que contribuye mayor beneficio anual a la empresa. No obstante, aún no se ha establecido las actividades o actividad a estudiar. Es así que la Figura 36, presenta el Mapa de la Cadena de Valor de la línea principal del proceso (la de mayor contenido de trabajo), con el propósito de entender el flujo del proceso y detectar oportunidades de mejora en alguna de sus etapas.

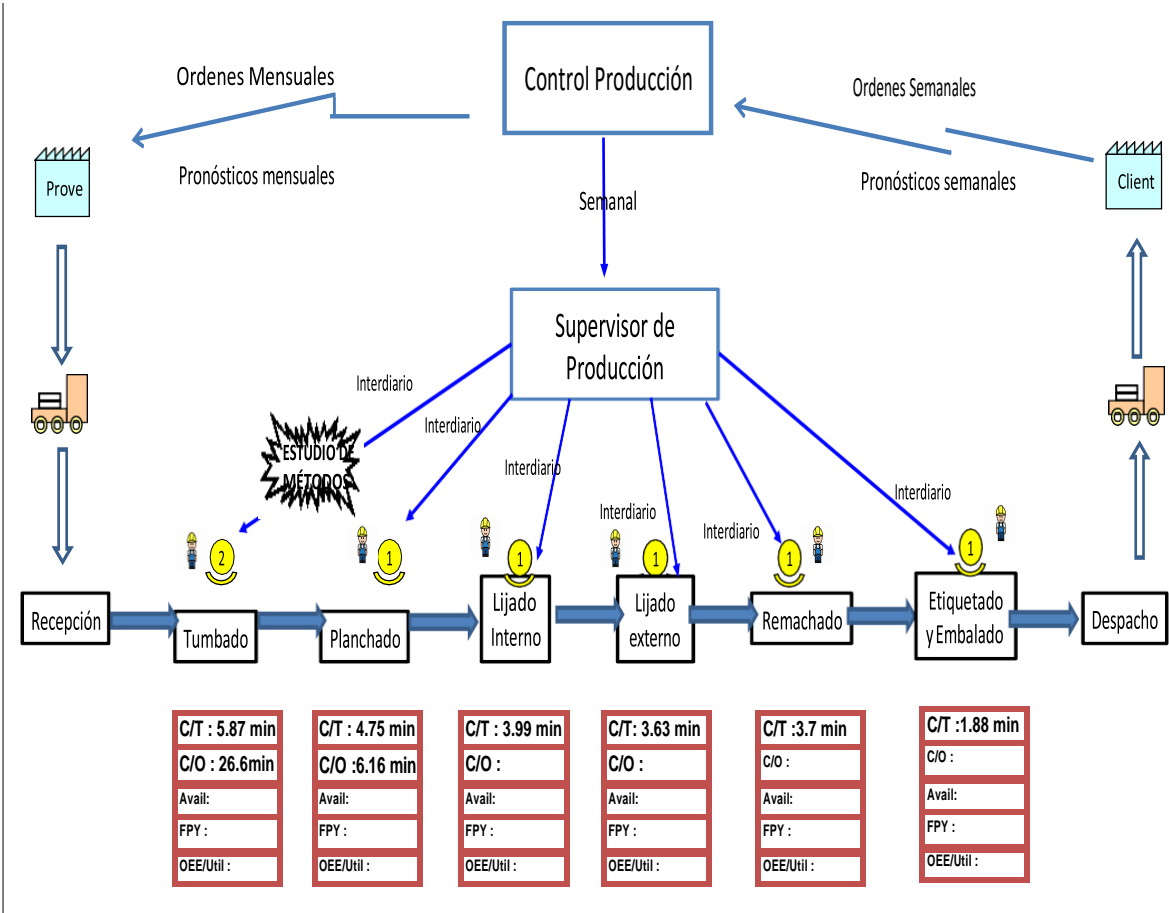
Figura 38. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60



Elaboración Propia

De la Figura 38 se observa que la operación de Tumbado y de Planchado son las únicas que requieren cambio de herramental; además de ser necesarios dos operarios para ejecutar dicho cambio. Es así que, el tiempo de cambio a reducir será el de la actividad de Tumbado como lo indica la Figura 39.

Figura 39. Mapa de la Cadena de Valor del proceso de fabricación de olla popular #60 (Propuesta de Mejora)



Elaboración Propia

## 2. REGISTRO DE LA TAREA, TRABAJADOR Y CONDICIONES QUE INFLUYAN EN SU EJECUCIÓN

El tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que sale la última pieza de un lote anterior, hasta que sale la primera pieza del siguiente lote después del cambio

El cambio de herramental de la actividad de tumbado es ejecutado por dos operadores (1 principal – 1 ayudante).

El registro del método de trabajo se realizó a través de un Diagrama de Multiactividades, que muestra las actividades realizadas por el Maestro (operador principal) y ayudante en el orden en que ocurren, pero indicando su escala de tiempo. Es así que, se podrá analizar la simultaneidad de sus tareas; así como también la determinación del tiempo activo e inactivo



de cada uno cuando ejecutan dicho trabajo. No obstante, es importante recalcar que la toma de tiempos de un diagrama multiactividades no es tan rigurosa, aunque sí lo suficiente para que el diagrama sirva. Por otro lado, el tiempo estándar de dicha actividad ya se estableció en capítulos anteriores; cronometrando el elemento dominante.

La Tabla 47 presenta los movimientos actuales involucrados en el tiempo de cambio de herramental de la actividad de Tumbado; así como también el porcentaje de tiempo activo e inactivo de cada operario.

Tabla 47. Movimientos de trabajo involucrados en el tiempo de cambio de la actividad de Tumbado

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C				DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES OPERARIO / OPERARIO	
Eficiencia	74.07%			39%	Eficiencia
Tiempo(s)	Maestro			Ayudante	Tiempo (s)
40	DESCARGAR MOLDE DE TORNO			DESCARGAR MOLDE DEL TORNO	20
200	LIMPIAR CONTRATUERCA			INACTIVO	320
50	TRASLADAR Y RECOGER MOLDE				
30	TRASLADAR MOLDE				
40	CARGAR MOLDE				
				CARGAR MOLDE	20
200	INACTIVO			DESAJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL SUJETADOR	100
				DESAJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL SUJETADOR	100
240	CENTRAR MOLDE			INACTIVO	285
45	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA				
200	INACTIVO			AJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL SUJETADOR	100
				AJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL SUJETADOR	100
120	DESAJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL CONTRATUERCA			INACTIVO	620
120	DESAJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL CONTRATUERCA				
140	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRATUERCA				
120	AJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL CONTRATUERCA				
120	AJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL CONTRATUERCA				

Elaboración Propia

Tabla 48. Continuación

13	INACTIVO			TRASLADAR Y RECOGER DISCO	4
				COLOCAR DISCO	3
4	AJUSTAR DISCO			COLOCA TAPA DEL MOLDE	10
20	AJUSTAR CONTRATUERCA			INACTIVO	18
1	PRENDER MÁQUINA			COLOCAR SEGURO TORNO	2
20	CORTAR BORDE				
40	CENTRAR DISCO			INACTIVO	68
10	ECHAR GRASA				
10	ECHAR GRASA			TRASLADAR, RECOGER Y ENTREGAR EL LOMO	15
2	AGARRAR LOMO				
120	ESTIRADO DEL DISCO			ESTIRADO DEL DISCO	120
4	AGARRAR CUCHILLA			RETIRAR LOMO Y SOSTENER	2
20	CORTAR BORDE			INACTIVO	22
2	AGARRAR LOMO			ENTREGAR LOMO	2
120	ESTIRAR EL DISCO			ESTIRAR EL DISCO	120
2	APAGAR MÁQUINA			RETIRAR Y GUARDAR LOMO	10
20	DESAJUSTAR CONTRATUERCA			SACAR SEGURO DEL TORNO	2
				INACTIVO	10
2	AGARRAR MADERA				
2	RETIRAR PARTE DE OLLA DEL MOLDE			RETIRAR TAPA DEL MOLDE Y APILAR	8
4	INACTIVO				
2	DESCARGA OLLA DEL MOLDE (MANUAL)			DESCARGA OLLA DEL MOLDE (MANUAL)	2
3	APILA LA OLLA			INACTIVO	3
2086					

Elaboración Propia

De la Tabla 48, se observa que el operador que posee el mayor tiempo inactivo es el ayudante, con un 39% de utilización de su tiempo, mientras que el operador principal un 74%.

### 3. ESTABLECIMIENTO DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO

La Tabla 49, presenta los movimientos propuestos involucrados en el cambio de herramental de la operación de Tumbado.

Tabla 49. Movimientos de trabajo propuestos involucrados en el tiempo de cambio de la actividad de Tumbado

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C				DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES OPERARIO / OPERARIO	
Eficiencia	82.25%			53%	Eficiencia
Tiempo(s)	Maestro			Ayudante	Tiempo (s)
40	DESCARGAR MOLDE DE TORNO			DESCARGAR MOLDE DEL TORNO	20
50	TRASLADAR Y RECOGER MOLDE			LIMPIAR CONTRATUERCA	200
30	TRASLADAR MOLDE A LUGAR DE TRABAJO				
100	INACTIVO				
40	CARGAR MOLDE				
				INACTIVO	20
				CARGAR MOLDE	20
200	INACTIVO			DESAJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL SUJETADOR	100
				DESAJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL SUJETADOR	100
240	CENTRAR MOLDE			INACTIVO	285
45	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA				
120	DESAJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL CONTRATUERCA			AJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL SUJETADOR	100
120	DESAJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL CONTRATUERCA			AJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL SUJETADOR	100
140	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRATUERCA			INACTIVO	420
120	AJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL CONTRATUERCA				
120	AJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL CONTRATUERCA				

Elaboración Propia

Tabla 50. Continuación

13	INACTIVO			TRASLADAR Y RECOGER DISCO	4
				COLOCAR DISCO	3
4	AJUSTAR DISCO			COLOCA TAPA DEL MOLDE	10
20	AJUSTAR CONTRATUERCA			INACTIVO	18
				COLOCAR SEGURO TORNO	2
1	PRENDER MÁQUINA			INACTIVO	68
20	CORTAR BORDE				
40	CENTRAR DISCO				
10	ECHAR GRASA			TRASLADAR, RECOGER Y ENTREGAR EL LOMO	15
10	ECHAR GRASA				
2	AGARRAR LOMO				
120	ESTIRADO DEL DISCO			ESTIRADO DEL DISCO	120
4	AGARRAR CUCHILLA			RETIRAR LOMO Y SOSTENER	2
20	CORTAR BORDE			INACTIVO	22
2	AGARRAR LOMO			ENTREGAR LOMO	2
120	ESTIRAR EL DISCO			ESTIRAR EL DISCO	120
2	APAGAR MÁQUINA			RETIRAR Y GUARDAR LOMO	10
20	DESAJUSTAR CONTRATUERCA			SACAR SEGURO DEL TORNO	2
				INACTIVO	10
2	AGARRAR MADERA			RETIRAR TAPA DEL MOLDE Y APILAR	8
2	RETIRAR PARTE DE OLLA DEL MOLDE				
4	INACTIVO				
2	DESCARGA OLLA DEL MOLDE (MANUAL)			DESCARGA OLLA DEL MOLDE (MANUAL)	2
3	APILA LA OLLA			INACTIVO	3
1786					

Elaboración Propia

De la Tabla 50, se puede observar que la eficiencia del operador principal es de 82% y la del ayudante del 53%.

#### 4. EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO

La Tabla 51, presenta la eficiencia de la mano de obra con el método actual y el método propuesto.

Tabla 51. Eficiencia trabajadores en el tiempo de cambio de operación de tumbado método actual vs. método propuesto

	ACTUAL		PROPUESTO	
	OPERADOR PRINCIPAL	AYUDANTE	OPERADOR PRINCIPAL	AYUDANTE
UTILIZACION TIEMPO	74%	39%	82.00%	53%

La Tabla 52, presenta el tiempo de operación aproximado con el método actual y el método propuesto.

Tabla 52. Tiempo de cambio aproximado de la operación tumbado método actual vs. método propuesto

	PROPUESTO	ACTUAL
TIEMPO TOTAL APROX (s)	1786.00	2086.00
REDUCCIÓN	15%	

*Elaboración Propia*

De la Tabla 52, se observa que la eficiencia del operador principal aumenta un 8% con el método de trabajo propuesto; y la eficiencia del ayudante se incrementa en un 14%. Por otro lado, en la Tabla 52, se observa que el tiempo aproximado de operación se reduce en un 15%. Basándose en los resultados de estas tablas, se decide implantar el método propuesto que traerá beneficios.

## 5. DEFINICIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO

El nuevo método de trabajo para el planchado del recipiente se establece en la siguiente Hoja de Instrucciones (Ver Tabla 53).

Tabla 53. Hoja de Instrucciones cambio de herramental tumbado

HOJA DE INSTRUCCIONES				
<b>Producto:</b>	Olla popular #60			
<b>Operación:</b>	TIEMPO DE CAMBIO TUMBADO			
<b>Compuesto:</b>	Rodas Huaman Robert	<b>Fecha:</b>	20/02/2018	
<b>Aprobado por:</b>	Henry Rojas	<b>Fecha:</b>	20/02/2018	
<b>Versión:</b>	1			
	Maestro			Ayudante
	DESCARGAR MOLDE DE TORNO			DESCARGAR MOLDE DEL TORNO
	TRASLADAR Y RECOGER MOLDE			LIMPIAR CONTRATUERCA
	TRASLADAR MOLDE A LUGAR DE TRABAJO			
	INACTIVO			
	CARGAR MOLDE			INACTIVO
				CARGAR MOLDE
	INACTIVO			DESAJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL SUJETADOR
				DESAJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL SUJETADOR
	CENTRAR MOLDE			INACTIVO
	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA			
	DESAJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL CONTRATUERCA			AJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL SUJETADOR
	DESAJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL CONTRATUERCA			AJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL SUJETADOR
	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRATUERCA			INACTIVO
	AJUSTAR PRIMERA TUERCA DEL CONTRATUERCA			
	AJUSTAR SEGUNDA TUERCA DEL CONTRATUERCA			

Elaboración Propia

## *5. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO*

Para la implementación del nuevo método de trabajo de la operación de planchado, se siguió los siguientes pasos:

1. Presentar el nuevo método al gerente general, para su aprobación.
2. Conseguir que el jefe del departamento o taller acepte el cambio.
3. Conseguir que los trabajadores de la operación de planchado acepten el cambio.

Una vez realizada las tres primeras fases, se procede a capacitar a todos los interesados del método de trabajo.

4. Enseñar a los operarios involucrados el nuevo método de trabajo

La capacitación para con el nuevo método y los nuevos movimientos que involucra se realizó utilizando la Hoja de Instrucciones.

## *6. CONTROL DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO*

Para el control y mantenimiento del nuevo método de trabajo se estableció un control de cambios en la Hoja de Instrucciones; para que los operarios sepan cuál es el método de trabajo vigente.

Asimismo, se delegó al supervisor de producción la responsabilidad de “cuidar asuidamente” el nuevo método de trabajo; hasta que sepa que el operario domina su trabajo y ha alcanzado la productividad planificada.

### **2.7.4. Resultados de la Implementación**

#### **2.7.4.1. Tiempo Estándar (POST-TEST)**

El establecimiento del nuevo tiempo tipo después de implementar la mejora de procesos en las actividades de fabricación de la olla popular #60, se determinó siguiendo estos pasos:

1. Identificar las actividades donde se implementó la mejora de procesos:
  - Tumbado del Recipiente

- Planchado del Recipiente

2. Descomponer las actividades en elementos.

3. Determinar el Tamaño de la muestra, con un método estadístico.

Para la determinación del tamaño de la muestra se realizó 10 observaciones. El detalle de estas observaciones y cálculo de la muestra se observa en la Tabla 47 y 48.

En la Tabla 54, se observa que el número de observaciones para operación de tumbado es de a 8.

Tabla 54. Determinación del Tamaño de la muestra operación de Tumbado(método mejorado)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS												CON REGRESO		Estudio núm:			
																								CONTINUO		<input type="checkbox"/> Página		1 de 1	
NÚMERO DE PARTE		NÚM. DE OPERACIÓN		DIBUJO NÚM		NOM. DE LA MÁQUINA		TORNO		NÚMERO DE LA MÁQUINA		<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?																	
NOM. DEL OPERADOR		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO		HERRAMIENTA		NÚMERO		ALIMENT. Y VEL.		<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																	
MANOLO		36		PRODUCCIÓN						CICLO DE LA MÁQUINA		<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																	
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA						ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES																							
RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60						DISCO DE ALUMINIO																							
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										Σ X	Σ X <sup>2</sup>	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																		
1	DESCARGAR MOLDE	0.68	0.70	0.72	0.65	0.67	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	295	8730	8															
2	LIMPIAR CONTRATUERCA	1.70	1.68	1.65	1.67	1.67	1.63	1.72	1.62	1.73	1.67																		
3	CARGAR MOLDE	1.67	1.63	1.68	1.72	1.62	1.72	1.65	1.63	1.72	1.70																		
4	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.00	2.97	3.02	3.05	3.12	3.05	3.05	3.03	3.02	3.00																		
5	CENTRAR MOLDE	4.067	3.983	4.083	3.95	4.083	3.9	3.95	4.083	3.85	3.833																		
6	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA	0.733	0.717	0.75	0.7	1.2	0.717	0.75	0.767	0.783	0.767																		
7	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.02	3.05	3.12	3.05	3.00	2.97	3.02	3.02	2.97	3.00																		
8	DESAJUSTAR TUERCAS DEL CONTRATUERCA	4.05	4.017	3.983	3.967	4.033	4.017	4.067	3.95	4.05	4.05																		
9	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRATUERCA	2.333	2.25	2.2	2.15	2.183	2.167	2.15	2.133	2.233	2.267																		
10	AJUSTAR TUERCAS DE CONTRATUERCA	4.033	4.05	4.017	3.983	4.017	4.067	3.95	4.05	4.017	4.067																		
11	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05																		
12	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08																		
13	TUMBAR	4.00	4.02	4.03	4.12	4.08	4.02	4.12	4.13	4.03	4.12																		
14	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05																		
15	TRASLADAR Y APILAR	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10	0.12																		
	TOTAL	29.65	29.40	29.48	29.30	29.93	29.18	29.43	29.43	29.43	29.52																		
NOTAS:																													
INGENIERO	RODAS HUAMAN ROBERT	FECHA																											
APROBADO POR	HENRY ROJAS	FECHA																											



En la Tabla 55, se observa que el número de observaciones para operación de planchado es de 10.

Tabla 55. Determinación del Tamaño de la muestra operación de Planchado (método mejorado)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C											HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS											CON REGRESO		Estudio núm:	
																						CONTINUO		Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	TORNO	NÚMERO DE LA MÁQUINA	¿CALIDAD ACEPTADA?																			
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA	PRODUCCIÓN	NÚMERO	ALIMENT. Y VEL.	CICLO DE LA MÁQUINA	HORA	¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES									¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																
RECIPiente DE OLLA POPULAR #60 DISCO DE ALUMINIO									$\left( \frac{\sqrt{\quad}}{\quad} \right)$																
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
1	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.00	2.97	3.02	3.03	3.00	2.97	3.02	3.03	3.00	2.99														
2	MOVER SUJETADOR HACIA DENTRO	0.73	0.71	0.77	0.75	0.71	0.77	0.75	0.71	0.77	0.75														
3	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.02	3.00	3.05	3.10	3.28	3.00	2.97	2.97	3.00	3.05														
4	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05														
5	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08														
6	PLANCHAR	3.00	2.90	2.98	3.00	2.97	3.05	3.10	2.96	3.00	3.10														
7	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05														
8	TRASLADAR Y APILAR	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10	0.12														
	TOTAL	10.12	9.91	10.05	10.18	10.23	10.04	10.16	9.97	10.07	10.19														
												NOTAS:													
INGENIERO												FECHA													
RODAS HUAMAN ROBERT																									
APROBADO POR												FECHA													
HENRY ROJAS																									

4. Cronometrar el tiempo invertido por el operario en cada elemento de la actividad.

5. Valorar el tiempo cronometrado.

6. Convertir los tiempos observados en Tiempos Básicos.

En la Tabla 56 y 57, se observa la toma de tiempos y valoración de las observaciones. Así como también, el establecimiento de sus Tiempos Básicos para las dos operaciones.

Tabla 56. Establecimiento del Tiempo Básico de la actividad de Tumbado del recipiente (método mejorado)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C															HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										<input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO <input type="checkbox"/> CONTINUO		Estudio núm: Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	NÚMERO DE LA MÁQUINA																								
NOM. DEL OPERADOR(ES)	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMEN TO	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA																								
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA		ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES																										
RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60		DISCO DE ALUMINIO																										
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)													TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V.	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNIT.	T.B.							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13														
1	DESCARGAR MOLDE	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7						5.5	0.7	1.0	0.7	1 / 50	0.01	0.01							
2	LIMPIAR CONTRATUERCA	1.7	1.7	1.7	1.7	3.3	3.3	3.4	3.3						20.0	2.5	0.9	2.3	1 / 50	0.05	0.05							
3	CARGAR MOLDE	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6						13.3	1.7	1.0	1.7	1 / 50	0.03	0.03							
4	DESAJUSTAR T UERCAS DEL SUJETADOR	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0						24.3	3.0	0.9	2.7	1 / 50	0.05	0.05							
5	CENTRAR MOLDE	4.1	4.0	4.1	4.0	4.1	3.9	4.0	4.1						32.1	4.0	1.0	4.0	1 / 50	0.08	0.08							
6	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA	0.7	0.7	0.8	0.7	1.2	0.7	0.8	0.8						6.3	0.8	0.9	0.7	1 / 50	0.01	0.01							
7	AJUSTAR T UERCAS DEL SUJETADOR	3.0	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0						24.2	3.0	0.9	2.7	1 / 50	0.05	0.05							
8	DESAJUSTAR T UERCAS DEL CONTRATUERCA	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0						32.1	4.0	0.9	3.6	1 / 50	0.07	0.07							
9	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRATUERCA	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1						17.6	2.2	1.0	2.2	1 / 50	0.04	0.04							
10	AJUSTAR T UERCAS DE CONTRATUERCA	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1						32.2	4.0	0.9	3.6	1 / 50	0.07	0.07							
11	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1						0.6	0.1	0.9	0.07	1 / 1	0.07	0.07							
12	CARGAR PIEZA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1						0.5	0.1	1	0.06	1 / 1	0.06	0.06							
13	TUMBAR	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1						32.5	4.1	1	4.1	1 / 1	4.1	4.06							
14	DESCARGAR	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1						0.5	0.1	1	0.06	1 / 1	0.06	0.06							
15	TRASLADAR Y APILAR	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1						0.8	0.1	0.9	0.09	1 / 1	0.09	0.09							
TOTAL																					4.83							
INGENIERO		FECHA																										
RODAS HUAMAN ROBERT																												
APROBADO POR		FECHA																										
HENRY ROJAS																												

Tabla 57. Establecimiento del Tiempo Básico de la actividad de Planchado del recipiente (método mejorado)

<div> <div>MANUFACTURAS TITANIO S.A.C</div> <div>HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</div> <div> <div><input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO</div> <div>Estudio núm:</div> </div> </div>																					
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA TORNO	NÚMERO DE LA MÁQUINA																	
NOM. DEL OPERADOR(ES) MANOLO Y RANDY	MESES EN EL PUESTO 36	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA																	
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60				ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES DISCO DE ALUMINIO																	
# DE ELEMENTO	DESCRIPCION DE ELEMENTO	LECTURAS (min)													TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V.	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNIT.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13							
1	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.00	2.97	3.02	3.03	2.97	3.02	3.00	2.99	3.03	2.97				30.0	3.0	1.0	3.0	1 / 50	0.06	0.06
2	MOVER SUJETADOR HACIA ADENTRO	0.73	0.71	0.77	0.75	0.71	0.77	0.75	0.74	0.71	0.77				7.4	0.7	0.9	0.7	1 / 50	0.01	0.01
3	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.00	3.00	3.05	3.10	3.28	3.00	2.97	2.97	3.28	3.00				30.7	3.1	1.0	3.1	1 / 50	0.06	0.06
4	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08				0.7	0.1	0.9	0.07	1 / 1	0.07	0.07
5	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.03	0.03				0.6	0.1	1	0.06	1 / 1	0.06	0.06
6	PLANCHAR	2.90	2.90	2.88	2.90	2.90	2.88	2.90	2.90	2.88	2.90				28.9	2.9	1	2.9	1 / 1	2.9	2.89
7	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08				0.6	0.1	1	0.06	1 / 1	0.06	0.06
8	TRASLADAR Y APILAR	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10				1.0	0.1	0.9	0.09	1 / 1	0.09	0.09
	TOTAL																				3.30
INGENIERO		FECHA																			
RODAS HUAMAN ROBERT																					
APROBADO POR		FECHA																			
HENRY ROJAS																					

7. Establecer los suplementos que se añadirán al Tiempo Básico de la actividad.

Los suplementos considerados para la actividad de tumbado, serán los mismos establecidos antes de la mejora.

Tabla 58. Suplementos actividad de Tumbado del recipiente de la olla popular #60

ACTIVIDAD	TUMBADO
CONCEPTO	% del TN
Necesidades Personales	0.05
Base por Fatiga	0.06
Por trabajar de pie	0.03
Concentración intensa (trabajo precisi	0.02
Esfuerzo muscular	0.03
Trabajo monótono	0.01
Total	0.20

*Elaboración Propia*

9. Determinar el Tiempo Tipo de la actividad.

Los tiempos tipo de las actividades del proceso de fabricación de la olla popular #60, después de implementar la mejora de procesos; se observan en la Hoja de Resumen del Estudio (Ver Tabla 59).

Tabla 59. Hoja de Resumen del Estudio (Post-Test)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C			HOJA DE RESUMEN DEL ESTUDIO		
Método		PRE-TEST	Producto	Olla popular #60	
		POST-TEST			
ITEM	PIEZA	ACTIVIDAD	T.B. (min)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
1	RECIPIENTE	TUMBADO	4.83	0.20	5.80
2	TAPA		1.60	0.17	1.87
3	RECIPIENTE	PLANCHADO	3.30	0.20	3.96
4	TAPA		1.54	0.17	1.80
5	RECIPIENTE	LIJADO INTERNO	3.53	0.13	3.99
6	RECIPIENTE	LIJADO EXTERNO	3.21	0.13	3.63
7	TAPA	LIJADO	1.39	0.13	1.57
8	RECIPIENTE	REMACHADO	3.36	0.10	3.70
9	TAPA		0.50	0.10	0.55
10	OLLA	ETIQUETADO Y EMBALADO	1.66	0.13	1.88
	TOTAL				28.74
INGENIERO			FECHA		
RODAS HUAMAN ROBERT					
APROBADO POR			FECHA		
HENRY ROJAS					

*Elaboración Propia*

En la Tabla 59, se observa que se disminuyó el tiempo estándar de producción de una unidad de 29.65 min a 28.74 min; obteniendo una reducción de 0.91 min por unidad.

#### 2.7.4.2. Índice de Actividades que agregan valor (POST-TEST)

La elaboración del nuevo índice de las AAV se realizará según el siguiente procedimiento:

1. Registrar, en el diagrama de procesos de flujo, los nuevos tiempos básicos de los elementos de la actividad de Tumbado del recipiente de la olla.
2. Elaborar el índice de las AAV, utilizando la siguiente fórmula:

$$AAV = \frac{\sum \text{Actividades AAV}}{\sum \text{Total de Actividades}} \times 100\% = \frac{23.14}{25.91} = 47.18\%$$

Tabla 60. Diagrama de procesos de flujo de la olla popular #60 (Post-Test)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C											DIAGRAMA DE PROCESOS DE FLUJO												
MÉTODO ACTUAL			MÉTODO PROPUESTO			FECHA:			PÁGINA 1 DE 1														
PRE-TEST			POST-TEST																				
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO																							
OLLA POPULAR #60																							
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:																							
DE TUMBADO A EMBALADO																							
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS  POR QUÉ CUÁNDO QUÉ QUIÉN DÓNDE CÓMO															
		NÚM	TIEMPO	NÚM	TIEMPO	NÚM	TIEMPO																
○	OPERACIONES	41													ESTUDIADO POR: RODAS HUAMAN ROBERT							VALOR	
⇒	TRANSPORTE	22																					
□	INSPECCIONES	4																					
⌋	RETRASOS																						
▽	ALMACENAMIENTOS																						
DISTANCIA RECORRIDA			m.		m.		m.																
PASO	DETALLES DEL PROCESO										OBS.	SI	NO										
TUMBADO DE RECIPIENTE																							
1	PREPARAR MÁQUINA									24.20													
2	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR									0.06													
3	CARGAR PIEZA									0.07													
4	TUMBAR									4.07													
5	DESCARGAR									0.06													
6	TRASLADAR Y APILAR									0.09													
PLANCHADO DE RECIPIENTE																							
7	PREPARAR MAQUINA									0.11													
8	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR									0.07													
9	CARGAR PIEZA									0.06													
10	PLANCHAR									3.30													
11	DESCARGAR									0.06													
12	TRASLADAR Y APILAR									0.09													
LIJADO INTERNO DE RECIPIENTE																							
13	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA									0.07													
14	TRASLADAR A MAQUINA									0.02													
15	CARGAR PIEZA									0.05													
16	PRENDER MAQUINA									0.02													
17	LIJADO INTERNO									3.06													
18	APAGAR MAQUINA									0.10													
19	DESCARGAR									0.11													
20	TRASLADAR Y APILAR									0.09													
LIJADO EXTERNO DE RECIPIENTE																							
21	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA									0.07													
22	TRASLADAR A MAQUINA									0.02													
23	CARGAR PIEZA	12								0.06													
24	PRENDER MAQUINA									0.02													
25	LIJADO EXTERNO									2.74													
26	APAGAR MAQUINA									0.10													
27	DESCARGAR									0.11													
28	TRASLADAR Y APILAR									0.09													

Elaboración Propia

Tabla 61. Continuación

REMACHADO DE RECIPIENTE													
29	TRASLADAR, RECOGER PIEZA Y TRASL							0.07					
30	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO							0.06					
31	REMACHAR LADO 1							1.53					
32	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO							0.06					
33	REMACHAR LADO 2	20						1.53					
34	APILAR							0.06					
35	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO							0.07					
TUMBADO DE TAPA													
36	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR							0.07					
37	CARGAR PIEZA							0.06					
38	TUMBAR							1.38					
39	DESCARGAR							0.06					
40	TRASLADAR Y APILAR							0.04					
PLANCHADO DE TAPA													
41	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR							0.07					
42	CARGAR PIEZA							0.15					
42	TUMBAR							0.89					
44	DESCARGAR							0.06					
45	TRASLADAR Y APILAR							0.04					
46	MOVER ALIJADORA							0.33					
LIJADO DE TAPA													
47	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA							0.03					
48	TRASLADAR A MAQUINA							0.02					
49	PRENDER MAQUINA							0.02					
50	LIJADO							1.18					
51	APAGAR MAQUINA							0.10					
52	TRASLADAR Y APILAR							0.04					
REMACHADO DE TAPA													
53	TRASLADAR, RECOGER Y TRASL PIEZA							0.04					
54	REMACHAR LADO	32						0.35					
55	APILAR							0.06					
56	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO							0.04					

Tabla 62. Continuación

ETIQUETADO Y EMBALADO																		
57	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR		○	→				○	▽			0.07						
58	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO		●	→				○	▽			0.06						
59	LIMPIAR Y PEGAR ETIQUETA		●	→				○	▽			0.30						
60	COLOCAR PAPEL DE LADO 1		●	→				○	▽			0.24						
61	COLOCAR PAPEL DE LADO 2		●	→				○	▽			0.24						
62	ENCINTAR		●	→				○	▽			0.35						
63	COLOCAR EN SOPORTE DE TRABAJO		●	→				○	▽			0.06						
64	ENCINTAR	40	●	→				○	▽			0.30						
65	APILAR		●	→				○	▽			0.05						
TOTAL												49.05				23.14	25.91	
														AAV		47.18%		

Elaboración Propia

En la Tabla 62, se observa que el 47.18% de las actividades, del proceso de producción en cuestión, agregan valor a éste.

#### 2.7.1.4.3- Estimación de la Productividad Actual (POST-TEST)

La productividad actual, después de la implementación de la mejora de procesos en la fabricación de la olla popular #60, se determinó mediante el siguiente procedimiento:

##### 1. Identificación del cuello de botella del proceso.

Para la identificación del cuello de botella, se consideran los tiempos de las actividades secuenciales, que son realizadas en una misma máquina, como un solo tiempo estándar. Esto puesto que, al ser los tiempos de preparación de máquina (cambios de molde) para producir otros productos muy extensos, tanto en el Torno como en la Lijadora, se estableció que toda pieza que inicia su trabajo en la máquina debe terminar el resto de las

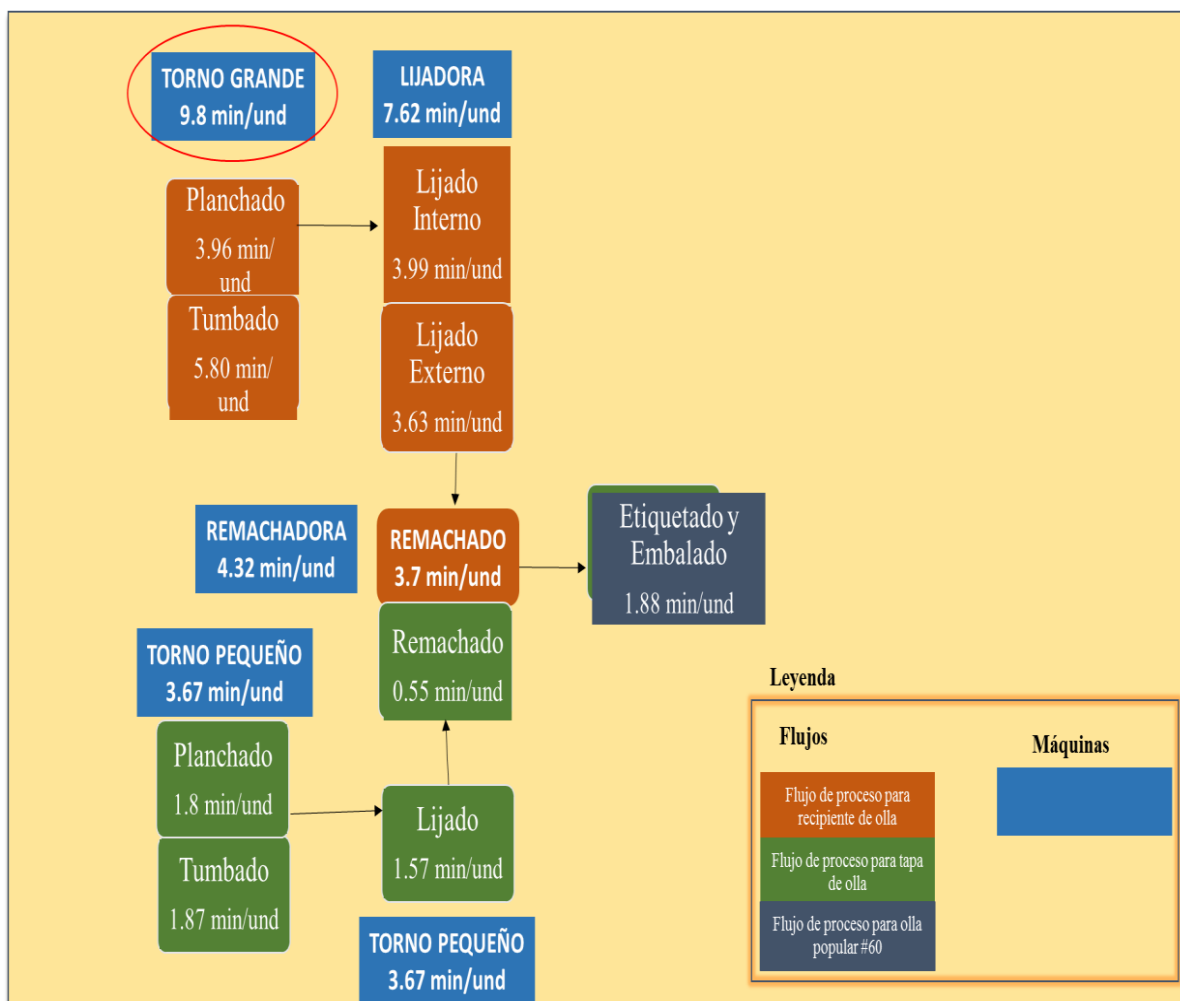


actividades a realizar en dicha máquina; inmediatamente después de procesar el lote de la actividad anterior..

Considerando lo anterior, se elaboró un diagrama de flujo del proceso con el propósito de identificar el cuello de botella del proceso.

La Figura 40, presenta el diagrama de flujo del proceso de la olla popular #60, con los tiempos estándares mejorados.

Figura 40. Identificación del nuevo cuello de botella del proceso de fabricación de la olla popular #60



*Elaboración Propia*

2. Calcular la nueva capacidad de la planta, para la fabricación de ollas populares #60.

La Tabla 63, presenta el cálculo de la capacidad instalada de la planta.

Tabla 63. Calculo de la nueva capacidad instalada

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA		
TIEMPO DE PROCESAMIENTO / CUELLO DE BOTELLA (MIN)		CAPACIDAD TEORICA (UND/HORA)
TORNO GRANDE	6.68	6.68

*Elaboración Propia*

En base a la capacidad teórica se determina la capacidad efectiva, la que determina verdaderamente en cuánto tiempo se producirá una unidad. El Factor de valoración para la determinación de esta capacidad la estableció el supervisor de producción.

Tabla 64. Calculo de la capacidad efectiva

CALCULO DE LA CAPACIDAD EFECTIVA		
CAPACIDAD TEORICA	FACTOR DE VALORACION	CAPACIDAD TEORICA (UND/HORA)
6.68	85%	5.68

*Elaboración Propia*

Finalmente, con toda esta información se determina la productividad de la empresa durante los días de la muestra. La Tabla 65 presenta los indicadores de eficiencia, eficacia y productividad de la empresa durante el período de muestra, después de la implementación de la mejora de procesos.

Tabla 65. Productividad Marzo, Abril 2018 (Post Test)

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C					REGISTRO DE LA PRODUCTIVIDAD			
N° O/P	MES	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	UNIDADES PLANIFICADAS (und)	UNIDADES PRODUCIDAS (und)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	MARZO	584	456	51.2	40	78%	78%	61%
2	MARZO	623	479	54.6	42	77%	77%	59%
3	MARZO	628	491	55.0	43	78%	78%	61%
4	MARZO	623	479	54.6	42	77%	77%	59%
5	MARZO	633	491	55.5	43	78%	78%	60%
6	MARZO	618	491	54.2	43	79%	79%	63%
7	MARZO	652	513	57.2	45	79%	79%	62%
8	MARZO	656	525	57.5	46	80%	80%	64%
9	ABRIL	659	536	57.8	47	81%	81%	66%
10	ABRIL	657	548	57.6	48	83%	83%	69%
11	ABRIL	699	559	61.3	49	80%	80%	64%
12	ABRIL	684	570	60.0	50	83%	83%	69%
13	ABRIL	692	582	60.7	51	84%	84%	71%
14	ABRIL	700	593	61.4	52	85%	85%	72%
15	ABRIL	701	605	61.5	53	86%	86%	74%
16	ABRIL	739	616	64.8	54	83%	83%	69%
17	ABRIL	734	627	64.4	55	85%	85%	73%
18	ABRIL	773	639	67.8	56	83%	83%	68%
19	ABRIL	767	650	67.3	57	85%	85%	72%
20	ABRIL	774	662	67.9	58	85%	85%	73%

*Elaboración Propia*

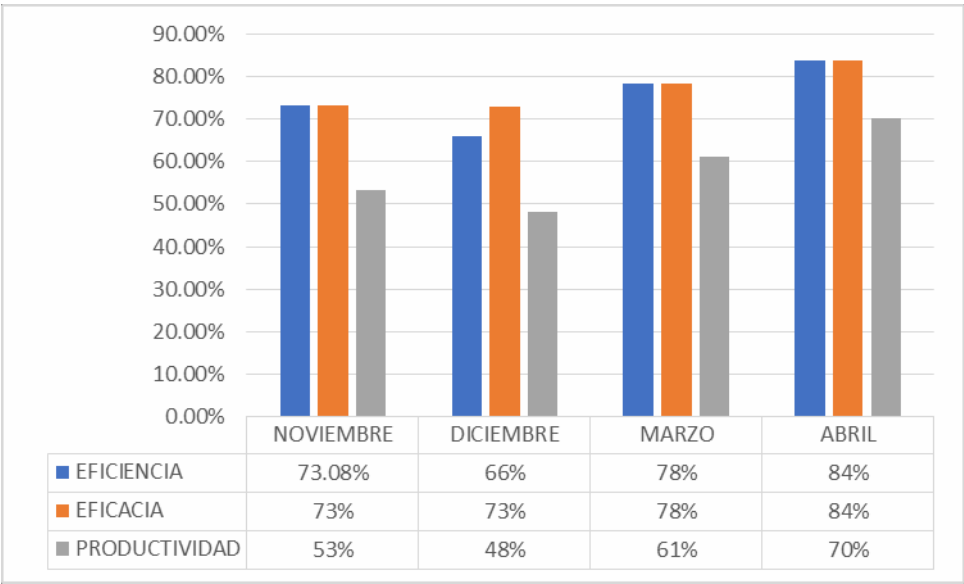
Por otro lado la Tabla 66 Y Figura 41, muestra la comparación de la productividad antes y después de la implementación de la mejora de procesos

Tabla 66. Resultados eficiencia, eficacia y productividad PRE-TEST y POST-TEST

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
NOVIEMBRE	73.08%	73%	53%
DICIEMBRE	66%	73%	48%
MARZO	78%	78%	61%
ABRIL	84%	84%	70%

*Elaboración Propia*

Figura 41. Resultados eficiencia, eficacia y productividad PRE-TEST y POST-TEST



Elaboración Propia

En la Figura 41, se observa un incremento en la eficiencia, eficacia y productividad en los meses de Marzo y Abril, siendo el mes de Abril el de mayor incremento debido a la curva de aprendizaje del nuevo método de trabajo.

2.7.5. Análisis Económico Financiero

El Análisis Económico Financiero de la implementación de la mejora de procesos en la fabricación de ollas populares #60, se realizará mediante las siguientes etapas:

- 1. Evaluación Técnica de Impactos de la Mejora de Procesos
- 2. Evaluación Económica de Impactos de la Mejora de Procesos
- 3. Evaluación de Indicadores económicos

2.7.5.1 Evaluación Técnica de Impactos de la Mejora de Procesos

En la Tabla 67, se determina el incremento de la productividad en la actividad mejorada: Tumbado del Recipiente de la olla.

Tabla 67. Incremento de productividad – Actividad de Tumbado del Recipiente

	PRE-TEST	POST-TEST	%red
TIEMPO ESTÁNDAR	29.6	28.74	4%

*Elaboración Propia*

De acuerdo a la Tabla 67 podemos inferir que se redujo el costo de mano de obra para dicha operación y el producto en general.

#### 2.7.5.2. Evaluación Económica de Impactos de la Mejora de Procesos

La Evaluación Económica de la implementación de la mejora de procesos en la fabricación de ollas populares #60, se realizará a través del siguiente procedimiento:

1. Determinación del Costo de Producción anterior y posterior a la implementación.

La estructura de costo del producto esta compuesta de la siguiente manera:

Tabla 68. Costo de materia prima de la olla popular #60

Material	Cantidad	Precio por und	Total
Disco de Aluminio Recipiente de olla	1	S/. 47.15	S/. 47.15
Disco de Aluminio Tapa de olla	1	S/. 8.50	S/. 8.50
Asas Olla	2	S/. 3.00	S/. 6.00
Asas Tapa	2	S/. 1.00	S/. 2.00
Remaches, Etiqueta, Papel			S/. 1.00
<b>Total</b>			S/. 64.65

*Elaboración Propia*

Tabla 69. Costo de mano de obra de la olla popular #60

Pieza	Actividad	#Trabajadores	Sueldo				Tiempo Estandar		Costo Unitario		% Reducción
			Mensual (20 días)	Diario (8 horas)	Hora	Minuto	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	
Recipiente de olla	Tumbado	1 Tornero Principal	S/. 3,000	S/. 150	S/. 18.75	S/. 0.31	5.87	5.8	S/. 1.83	S/. 1.81	1%
		1 Ayudante	S/. 800	S/. 40	S/. 5	S/. 0.08			S/. 0.49	S/. 0.48	1%
	Planchado	1 Tornero Principal	S/. 3,000	S/. 150	S/. 18.75	S/. 0.31	4.75	3.96	S/. 1.48	S/. 1.05	29%
		1 Ayudante	S/. 800	S/. 40	S/. 5	S/. 0.08			S/. 0.40	S/. 0.28	29%
	Lijado Interno	1 Lijador	S/. 2,500.00	S/. 125.00	S/. 15.63	S/. 0.26	3.99	3.99	S/. 1.04	S/. 1.04	0%
	Lijado Externo	1 Lijador					3.63	3.63	S/. 0.95	S/. 0.95	0%
	Remachado	1 Remachador	S/. 800	S/. 40	S/. 5	S/. 0.08	3.7	3.7	S/. 0.31	S/. 0.31	0%
Tapa de olla	Tumbado	1 Tornero	S/. 3,000	S/. 150	S/. 19	S/. 0.31	1.87	1.87	S/. 0.58	S/. 0.58	0%
	Planchado	1 Tornero	S/. 3,000	S/. 150	S/. 19	S/. 0.31	1.8	1.8	S/. 0.56	S/. 0.56	0%
	Lijado	1 Lijador	S/. 2,000	S/. 100	S/. 13	S/. 0.21	1.57	1.57	S/. 0.33	S/. 0.33	0%
	Remachado	1 Remachador	S/. 800	S/. 40	S/. 5	S/. 0.08	0.55	0.55	S/. 0.05	S/. 0.05	0%
Olla	Etiquetado y Embalado	1 Embalador (Supervisor de Producción)	S/. 2,000	S/. 100	S/. 13	S/. 0.21	1.88	1.88	S/. 0.39	S/. 0.39	0%
<b>COSTO TOTAL DE MO</b>									S/. 8.41	S/. 7.83	

Elaboración Propia

En la Tabla 69, se observa un decremento en el costo de mano de obra unitario de S/.0.58.

Para el establecimiento del costo indirecto de fabricación se determinó primero, la capacidad de planta para la fabricación de ollas populares #60, antes y después de la mejora de procesos

La Tabla 70 presenta las capacidades efectivas de planta, antes y después de implementar la mejora de procesos,

Tabla 70. Capacidades Efectivas de Planta PRE-TEST y POST-TEST

	CALCULO DE LA CAPACIDAD EFECTIVA		
	CAPACIDAD TEORICA	FACTOR DE VALORACION	CAPACIDAD TEORICA (MIN/UND)
POST-TEST	8.98	85%	10
PRE-TEST	10.62	85%	12

*Elaboración Propia*

El único elemento del C.I.F de la olla popular #60 es la M.O.I. Este costo atribuible al supervisor de producción, quiere decir el tiempo que le dedica a la supervisión de cada unidad producida del producto.

La Tabla 71, muestra el cálculo del C.I.F para una unidad de la olla popular #60.

Tabla 71. Cálculo del C.I.F de la olla popular #60.

Personal	Sueldo				Tiempo Ciclo		Costo Unitario		% Reducción
	Mensual (20 días)	Diario	Hora	Minuto	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	
Supervisor de Producción	S/. 2,000.00	S/. 100.00	S/. 12.50	S/. 0.21	11	10	S/. 2.29	S/. 2.08	9%

*Elaboración Propia*

En la Tabla 71, se observa un decremento en el C.I.F de S/.0.21, siendo el resultado de la reducción del Tiempo de Ciclo.

La Tabla 72, presenta la estructura del costo de producción antes y después de la mejora, así como su comparación.

Tabla 72. Costo de producción PRE-TEST y POST-TEST.

	COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO		REDUCCIÓN	
	ANTERIOR	POSTERIOR	%	S/.
<b>MP</b>	S/. 64.65	S/. 64.65	0%	S/. 0.00
<b>MO</b>	S/. 8.41	S/. 7.83	7%	S/. 0.58
<b>CIF</b>	S/. 2.29	S/. 2.08	9%	S/. 0.21
<b>TOTAL</b>	S/. 75.35	S/. 74.56	1.0%	S/. 0.79
<b>AHORRO UNIT.</b>	S/. 0.79			

*Elaboración Propia*

2. Determinación de los ahorros generados por la implementación de la mejora de procesos.

El ahorro unitario generado en el proceso de fabricación de ollas populares #60, se observan en la Tabla 72, siendo de S/0.79 por unidad. No obstante para la evaluación de los indicadores económicos se considerará un horizonte de 1 año para los ingresos. Es así que, la Tabla 73 presenta el ahorro mensual de la implementación de la mejora de procesos, desde marzo del 2018 a febrero de 2019.

Tabla 73. Valorización anual total de ahorros

			Marz	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Enr	Feb
<b>Producción Anual</b>	3500	<b>Producción Prom.</b>	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292
<b>Ahorro Unit</b>	S/. 0.79	<b>Ahorro</b>	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230

*Elaboración Propia*

Para la determinación de la producción mensual futura, se considera el supuesto de que la producción es constante todos los meses. Además de considerar la producción anual del 2017.

3. Determinación de la inversión del proyecto

Las Tablas 74 y 75, presentan los costos de inversión de la implementación de la mejora de procesos.



Tabla 74. Costos de implementación del estudio de métodos

Herramienta	Materiales		Cant	UM	Costo Total
Estudio de Métodos	Tabla de Soporte de papel		1	und	S/. 10.00
	Materiales Impresos(formularios			und	S/. 10.00
	Útiles de oficina (lapices, lapiceros)			und	S/. 5.00
	Personal				
	Especialista en estudio de trabajo	Elaboración del MCV	4	horas	S/. 20.00
		Elaboración del diagrama de multiactividades	40	horas	S/. 200.00
		Elaboración del Instructivo de Trabajo	10	horas	S/. 50.00
					S/. 295.00

*Elaboración Propia*

Tabla 75. Costos de implementación de la medición del trabajo

Herramienta	Materiales	Cant	UM	Costo Total
Medición del Trabajo	Cronómetro CASIO HS-70W	1	und	80
	Tabla de Soporte de papel	1	und	S/. 10.00
	Materiales Impresos(formularios estudios de tiempo)		und	S/. 10.00
	Útiles de oficina (lapices, lapiceros)		und	S/. 5.00
	Personal			
	Especialista en estudio de trabajo	320	horas	S/. 800.00
	Gerente General	8	horas	S/. 160.00
				S/. 1,065.00

*Elaboración Propia*

#### 4. Elaboración del flujo de caja del proyecto

La Tabla 76, presenta el flujo de caja mensual del proyecto, desde noviembre del 2017 hasta febrero del 2019 (período de evaluación).

Tabla 76. Flujo Neto de Efectivo de implementación de la mejora de procesos

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febre	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Enr	Feb
<b>Ingresos</b>																
Ahorros					S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230
<b>Egresos</b>																
EstudiodeMétodos	-S/.74	-S/.74	-S/.74	-S/.74												
Medición del Trabajo	-S/.266	-S/.266	-S/.266	-S/.266												
<b>FNE</b>	-S/.340.00	-S/.340.00	-S/.340.00	-S/.340.00	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230	S/.230

*Elaboración Propia*

### 2.7.5.3. Evaluación de Indicadores Económicos

Para la determinación de los indicadores financieros VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) se considerará una tasa del 12% anual. La Tabla 77, presenta el cálculo de dichos indicadores. Por su parte la Tabla 78, presenta la relación Beneficio /Costo del proyecto.

Tabla 77. Indicadores Económicos (VAN, TIR)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Febre	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Enr	Feb
<b>FNE</b>	-S/. 1,380.00	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230	S/. 230
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	12%												
<b>VAN</b>	S/. 2,589												
<b>TIR</b>	13%												

*Elaboración propia*

Tabla 78. Relación Beneficio/Costo

<b>VAN AHORROS</b>	S/. 2,589
<b>VAN EGRESOS</b>	S/. 1,380
<b>B/C</b>	1.88

*Elaboración propia*

De la Tabla 77 y 78 se infiere que la implementación de la mejora de procesos en la fabricación de ollas populares número 60 es rentable, con un VAN de S/. 1,209, TIR de 13% y un B/C de 1.14

### **III.- RESULTADOS**

3.1. Análisis Descriptivo

En este capítulo se analizan los datos del Pre-Test y Post-Test de cada una de las variables del presente proyecto de investigación, utilizando la estadística descriptiva.

3.1.1. Variable Dependiente: Productividad

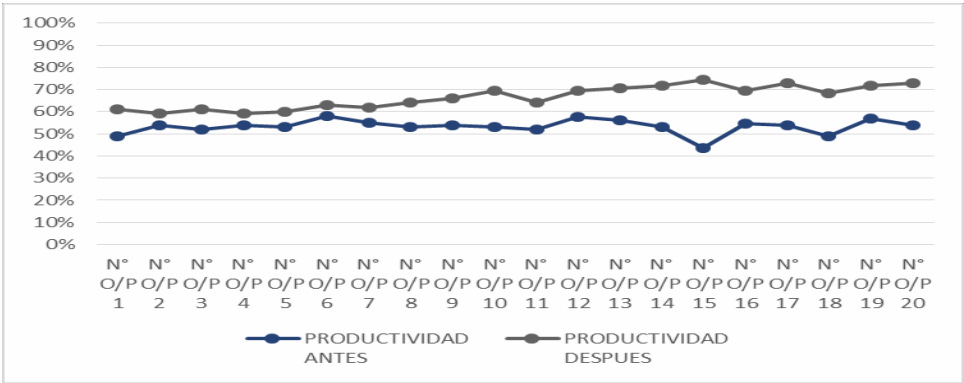
La Tabla 79 presenta los datos del Pre-Test y Post-Test de la variable productividad. Asimismo, la Figura 42 expone los datos gráficamente.

Tabla 79. Productividad Antes y Después

	PRODUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES
N° O/P 1	49%	61%
N° O/P 2	54%	59%
N° O/P 3	52%	61%
N° O/P 4	54%	59%
N° O/P 5	53%	60%
N° O/P 6	58%	63%
N° O/P 7	55%	62%
N° O/P 8	53%	64%
N° O/P 9	54%	66%
N° O/P 10	53%	69%
N° O/P 11	52%	64%
N° O/P 12	58%	69%
N° O/P 13	56%	71%
N° O/P 14	53%	72%
N° O/P 15	44%	74%
N° O/P 16	55%	69%
N° O/P 17	54%	73%
N° O/P 18	49%	68%
N° O/P 19	57%	72%
N° O/P 20	54%	73%

Elaboración propia

Figura 42. Productividad Antes y Después



Elaboración propia

## Indicador Eficiencia

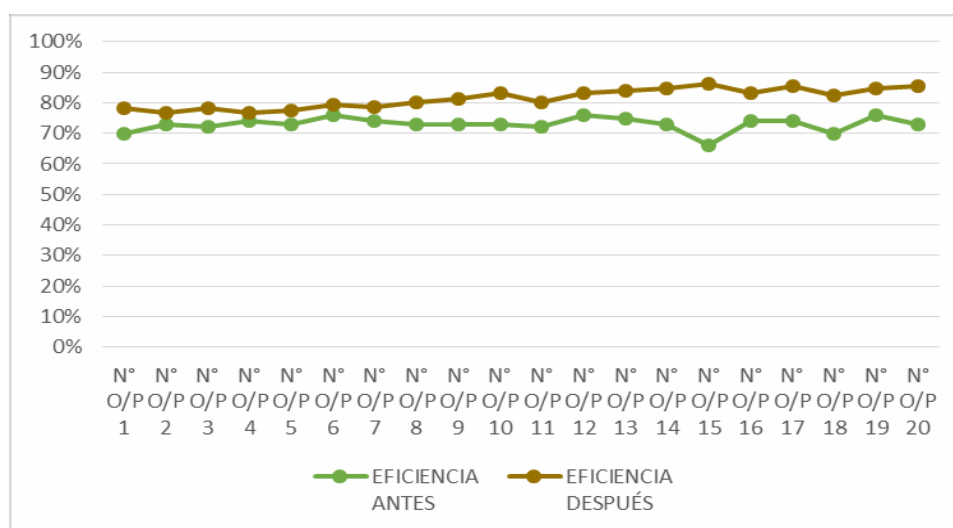
La Tabla 80 presenta los datos del Pre-Test y Post-Test del indicador Eficiencia de la productividad. Asimismo, la Figura 43 expone los datos gráficamente.

Tabla 80. Eficiencia Antes y Después

	EFICIENCIA ANTES	EFICIENCIA DESPUÉS
N° O/P 1	70%	78%
N° O/P 2	73%	77%
N° O/P 3	72%	78%
N° O/P 4	74%	77%
N° O/P 5	73%	78%
N° O/P 6	76%	79%
N° O/P 7	74%	79%
N° O/P 8	73%	80%
N° O/P 9	73%	81%
N° O/P 10	73%	83%
N° O/P 11	72%	80%
N° O/P 12	76%	83%
N° O/P 13	75%	84%
N° O/P 14	73%	85%
N° O/P 15	66%	86%
N° O/P 16	74%	83%
N° O/P 17	74%	85%
N° O/P 18	70%	83%
N° O/P 19	76%	85%
N° O/P 20	73%	85%

*Elaboración propia*

Figura 43. Eficiencia Antes y Después



*Elaboración propia*

Indicador Eficacia

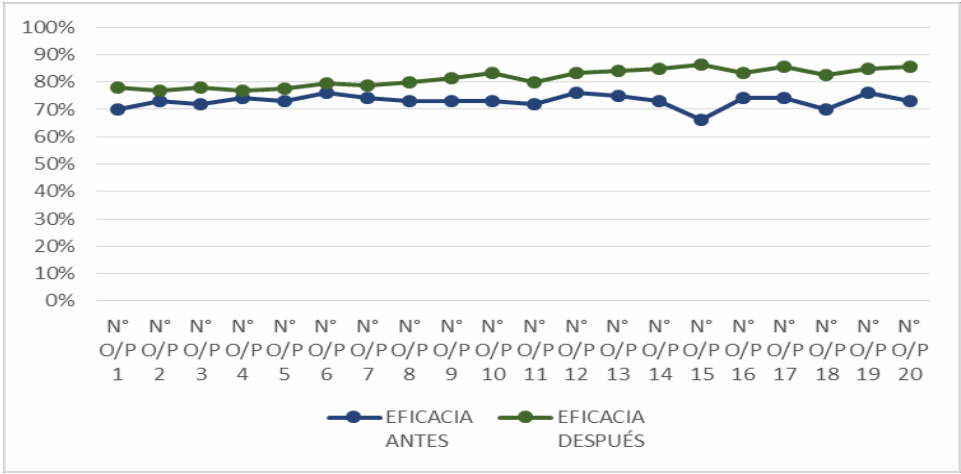
La Tabla 81 presenta los datos del Pre-Test y Post-Test del indicador Eficacia de la productividad. Asimismo, la Figura 44 expone los datos gráficamente.

Tabla 81. Eficacia Antes y Después

	EFICACIA ANTES	EFICACIA DESPUÉS
N° O/P 1	70%	78%
N° O/P 2	73%	77%
N° O/P 3	72%	78%
N° O/P 4	74%	77%
N° O/P 5	73%	78%
N° O/P 6	76%	79%
N° O/P 7	74%	79%
N° O/P 8	73%	80%
N° O/P 9	73%	81%
N° O/P 10	73%	83%
N° O/P 11	72%	80%
N° O/P 12	76%	83%
N° O/P 13	75%	84%
N° O/P 14	73%	85%
N° O/P 15	66%	86%
N° O/P 16	74%	83%
N° O/P 17	74%	85%
N° O/P 18	70%	83%
N° O/P 19	76%	85%
N° O/P 20	73%	85%

Elaboración propia

Figura 44. Eficacia Antes y Después



Elaboración propia

3.1.2. Variable Independiente: Mejora de Procesos

Indicador: Actividades que Agregan Valor Antes y Después (AAV).

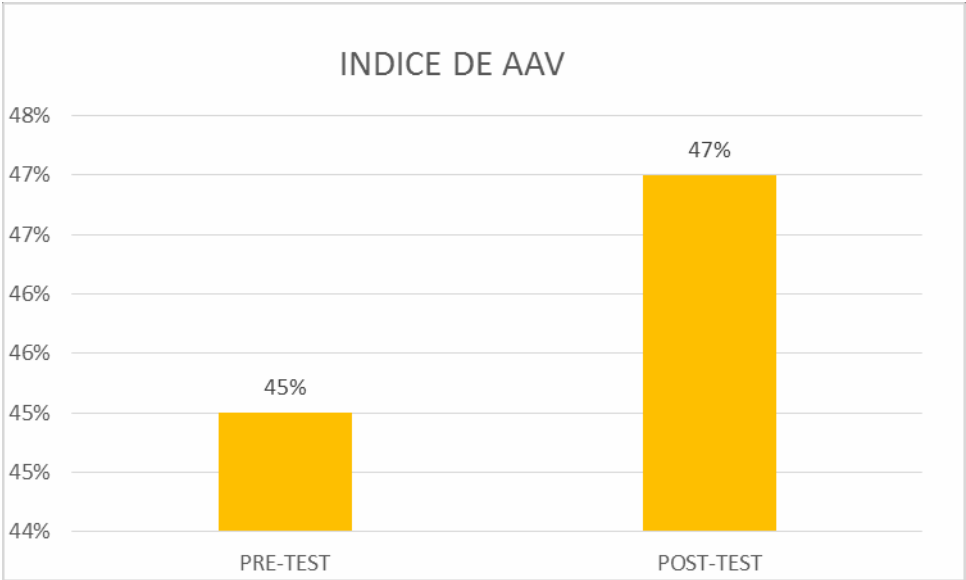
La Tabla 82 presenta los datos del Pre-Test y Post-Test del indicador Actividades que Agregan Valor de la variable Mejora de procesos. Asimismo, la Figura 45 expone los datos gráficamente.

Tabla 82. Resumen Estudio de Métodos

	RESUMEN	
	PRE-TEST	POST-TEST
AAV	93.58%	95%

Elaboración propia

Figura 45. Actividades que Agregan Valor Antes y Después



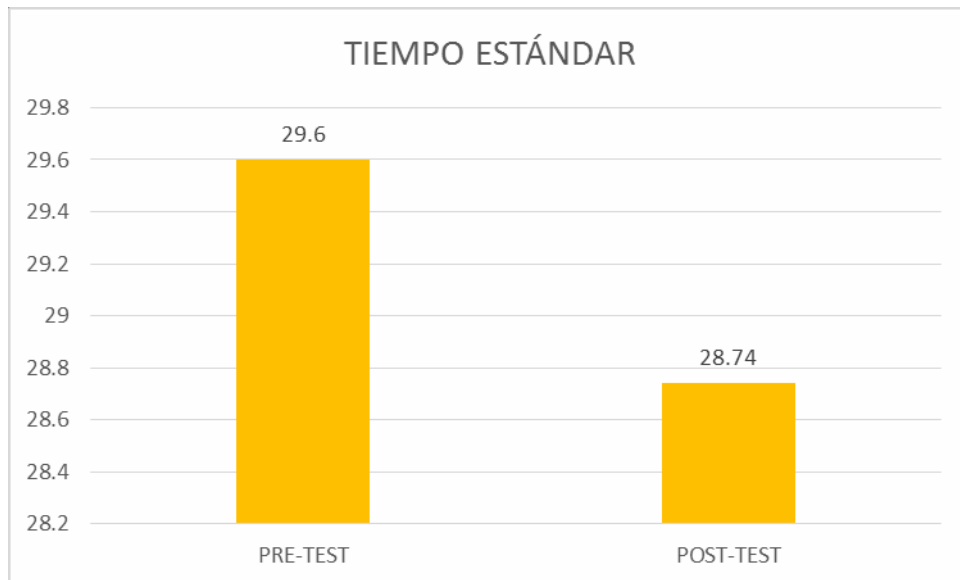
Elaboración propia

Indicador: Tiempo Estándar (TE).

La Figura 46 presenta los datos gráficamente del Pre-Test y Post-Test del indicador Tiempo Estándar de la variable Mejora de procesos.



Figura 46. Tiempo Estándar Antes y Después



*Elaboración propia*

### 3.2.1. Análisis de la hipótesis general

Ha: La mejora de procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Con la finalidad de contrastar la hipótesis general, primero se determina si los datos del Pre-Test y Post-Test tenían un comportamiento paramétrico. Es así que, debido a esto y también que las series de ambos son en cantidad 20, se procede a efectuar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 83. Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	.894	20	.032
Productividad Después	.918	20	.089

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*Elaboración propia*

En la Tabla 83, se observa que el valor de significancia de la productividad antes es menor que 0.05, siendo el comportamiento de esta serie no paramétrico. Por otro lado, el valor de significancia de la productividad después es mayor que 0.05 y por ende el comportamiento de esta serie es paramétrico. Dado que lo que se quiere conocer es si la productividad ha mejorado, se efectuará el análisis con el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

**H<sub>a</sub>:** La mejora de procesos no incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

**H<sub>a</sub>:** La mejora de procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_0:} \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$\mathbf{H_a:} \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 84. Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Productividad Antes	20	53.3500	3.24889	44.00	58.00
Productividad Después	20	66.4500	5.14500	59.00	74.00

*Elaboración propia*

En la Tabla 84, se observa que la media de la productividad antes (53.5) es menor que la media de la productividad después (66.45), quedando demostrado que no se cumple con la regla de decisión **H<sub>0</sub>:**  $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , rechazando así la hipótesis nula; y aceptando la hipótesis alterna (de la investigación). Es así que, queda demostrado que la Mejora de Procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Para confirmar la efectividad del análisis, se realiza se analiza el  $p_{valor}$  o la significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon en ambas productividades.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 85. Estadísticos de prueba

	Productividad Después - Productividad Antes
Z	-3,927 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.000
a. Prueba de los rangos con signo de	
b. Basado en los rangos negativos.	

*Elaboración propia*

En la Tabla 85, se observa que la aplicación de la prueba de Wilcoxon a las productividades antes y después, tiene como resultado una significancia de 0.00. Es así que, basándose en la regla de decisión queda rechazada la hipótesis nula y se acepta que la mejora de procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

### 3.2. Análisis Inferencial

En este capítulo se utiliza la estadística inferencial, para probar las hipótesis de la presente investigación.

#### 3.2.1. Análisis de la primera hipótesis específica

Ha: La mejora de procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Con la finalidad de contrastar la primera hipótesis específica, primero se determina si los datos del Pre-Test y Post-Test tenían un comportamiento paramétrico. Es así que, debido a esto y también que las series de ambos son en cantidad 20, se procede a efectuar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 86. Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	.862	20	.008
EFICIENCIA DESPUES	.902	20	.045

*Elaboración propia*

En la Tabla 86, se observa que el valor de significancia de la eficiencia antes y después es menor que 0.05, siendo el comportamiento de estas serie no paramétricos. Dado que lo que se quiere conocer es si la productividad ha mejorado, se efectuará el análisis con el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica

$H_a$ : La mejora de procesos no incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

$H_a$ : La mejora de procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Regla de decisión:

$$H_o: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 87. Estadísticos descriptivos

	N	Media	típica	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES	20	73.0000	2.33959	66.00	76.00
EFICIENCIA DESPUES	20	81.4500	3.06894	77.00	86.00

*Elaboración propia*

En la Tabla 87, se observa que la media de la eficiencia antes (73) es menor que la media de la productividad después (81.45), quedando demostrado que no se cumple con la regla de decisión  $H_o: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , rechazando así la hipótesis nula; y aceptando la hipótesis alterna

(de la investigación). Es así que, queda demostrado que la Mejora de Procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Para confirmar la efectividad del análisis, se realiza se analiza el  $p_{valor}$  o la significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon en ambas productividades.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 88. Estadísticos de prueba

	EFICIENCIA DESPUES - EFICIENCIA ANTES
Z	-3,924 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.000

*Elaboración propia*

En la Tabla 88, se observa que la aplicación de la prueba de Wilcoxon a las productividades antes y después, tiene como resultado una significancia de 0.00. Es así que, basándose en la regla de decisión queda rechazada la hipótesis nula y se acepta que la mejora de procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

### 3.2.2. Análisis de la segunda hipótesis específica

Ha: La mejora de procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Con la finalidad de contrastar la segunda hipótesis específica, primero se determina si los datos del Pre-Test y Post-Test tenían un comportamiento paramétrico. Es así que, debido a esto y también que las series de ambos son en cantidad 20, se procede a efectuar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla 89. Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	.862	20	.008
EFICACIA DESPUÉS	.902	20	.045

*Elaboración propia*

En la Tabla 89, se observa que el valor de significancia de la eficiencia antes y después es menor que 0.05, siendo el comportamiento de estas serie no paramétricos. Dado que lo que se quiere conocer es si la productividad ha mejorado, se efectuará el análisis con el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

Ha: La mejora de procesos no incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Ha: La mejora de procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 90. Estadísticos de prueba

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	20	73.0000	2.33959	66.00	76.00
EFICACIA DESPUÉS	20	81.4500	3.06894	77.00	86.00

*Elaboración propia*

En la Tabla 90, se observa que la media de la eficiencia antes (73) es menor que la media de la productividad después (81.45), quedando demostrado que no se cumple con la regla de decisión  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , rechazando así la hipótesis nula; y aceptando la hipótesis alterna (de la investigación). Es así que, queda demostrado que la Mejora de Procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

Para confirmar la efectividad del análisis, se realiza se analiza el  $p_{valor}$  o la significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon en ambas productividades.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 91. Estadísticos de prueba

	EFICACIA DESPUÉS - EFICACIA ANTES
Z	-3,924 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.000

*Elaboración propia*

En la Tabla 91, se observa que la aplicación de la prueba de Wilcoxon a las productividades antes y después, tiene como resultado una significancia de 0.00. Es así que, basándose en la regla de decisión queda rechazada la hipótesis nula y se acepta que la mejora de procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018.

## **IV. DISCUSIÓN**



El análisis estadístico estadístico e inferencial de los datos de la investigación, realizado en el capítulo anterior, confirma lo que menciona Summers (2008), que la mejora de los procesos que desperdician recursos incrementa la productividad al reducir el tiempo de ciclo del proceso (p.212). En la presente investigación se aplicó las herramientas de la mejora de procesos: mapa de la cadena de valor, estudio de métodos, estandarización y medición del trabajo para reducir el tiempo de ciclo de la actividad de tumbado, identificado previamente como el cuello de botella del proceso de fabricación de ollas populares #60.

En la presente investigación se determinó que la media de la productividad antes (53) se incrementó en un 17% después de implementar la mejora de procesos, obteniendo una media de productividad de 66. Es así que respalda los resultados logrados por Chang Torres, Almendra; en su tesis titulada **“Propuesta de Mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño”**, quién incrementó la productividad de la mano de obra en un 68% utilizando las técnicas de estudio de tiempos y de movimientos, redistribución de planta, balanceo de línea, PMP, MRP en la línea de sandalias de baño.

Por otro lado, la media de la eficiencia se incrementó en un 10%, pasando de una media de 73 a 81 después de la implementación de la mejora de procesos. Es así que respalda los resultados logrados por Torres Gallardo, Ruben; en su tesis titulada **“Propuesta de Mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica”**, donde disminuyó el tiempo de preparación de las máquinas del proceso de fabricación de pernos, en un 57% utilizando las herramientas 5S's, SMED y Poka Yoke.

Asimismo, la media de la eficacia se incrementó en un 10%, pasando de una media de 73 a 81 después de la implementación de la mejora de procesos. Es así que respalda los resultados logrados por Arana, Luis; en su tesis titulada **Propuesta mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje**”, donde incrementó la eficacia en la producción de carteras en un 31%.

## **V. CONCLUSIONES**

- La selección del proceso a mejorar se logró utilizando la metodología ABC basado en el beneficio total de los distintos productos de la empresa. Siendo así, el producto elegido la olla popular #60. Es así que, se realizó un Estudio de Tiempos para medir la productividad actual del proceso y de cada una de sus actividades; identificando la actividad de tumbado del recipiente como el cuello de botella. Luego, se implementó el Estudio de Métodos utilizando su procedimiento básico: *selección del trabajo, registro, exámen y establecimiento del nuevo método, evaluación del método de trabajo actual y propuesto, definición del nuevo método e implementación y control*. Para la selección del trabajo se elaboró el Mapa de la Cadena de Valor de la línea principal de fabricación, identificando así la operación de tumbado como la idónea para aplicar el estudio de métodos. Por su parte, para la definición del nuevo método y control se aplicó la estandarización quedando registrado este método en un instructivo de trabajo. Finalmente, se fijó nuevos tiempo estándares de cada una de las actividades, para mejorar el control de la producción por parte del supervisor.
  
- La implementación de la mejora de procesos redujo el índice AAV de 93% a 95% y el tiempo estándar por unidad de 28.89 minutos a 27.96; y por ende incrementó la productividad media en un 17%.
  
- Por otro lado, la eficiencia del proceso de producción de ollas populares #60 se incrementó en un 10%, pasando de una media de 73 a 81 después de la implementación de la mejora de procesos.
  
- Por otro lado la eficacia del proceso de producción de ollas populares #60 se incrementó en un 10%, pasando de una media de 73 a 81 después de la implementación de la mejora de procesos

## **VI. RECOMENDACIONES**

En base, al presente proyecto de investigación y los resultados satisfactorios logrados, se recomienda lo siguiente para incrementar la productividad de una empresa

El primer paso la mejora en un proceso de manufactura, es establecer los límites de la investigación. Es decir, que actividad o secuencia de actividades se mejorarán; generalmente suelen seleccionarse las operaciones cuello de botella. Existen varias técnicas para identificarlas, entre ellas la del Mapa de la Cadena de Valor; que no solamente muestra los tiempos estándares de cada operación; sino también métricas importantes tales como el tiempo de cambio de herramental, el tak time y demás.

Otro punto importante en la mejora de procesos, es la implementación. Luego de implementar la mejora de procesos en una actividad es recomendable seguir monitoreando constantemente; hasta que se observe que el operario ya esté en el nivel esperado de la curva de aprendizaje.

Finalmente el último punto también el mantenimiento de las mejoras realizadas. Las mejoras se pueden registrar y conservar en Hojas de Instrucciones; éstas suelen contener la disposición del lugar de trabajo, y quizá un diagrama que detalle la operación.

## **VII. REFERENCIAS**

BCRP Data Banco Central de Reserva del Perú. 09 de abril de 2018.

Disponible en:

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/pbi-por-sectores>

CHASE, Richard; JACOBS, Robert y AQUILANO, Nicholas (2009). Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros. 12 ed. México: McGraw-Hill.

ISBN: 978-970-10-7027-7

GONZÁLEZ, Cristina; DOMINGO, Navas y PÉREZ, Miguel. Técnicas de Mejora de la Calidad. 1. ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013, 269 pp.

ISBN: 978-84-362-6641-2

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. 3ª ed. México: McGraw-Hill.

ISBN: 978-607-15-0315-2

INEI. Producto Bruto Interno Trimestral según Actividad Económica (Nivel 14) 2007-2017 (Valores a precios constantes). Febrero de 2017.

Disponible en:

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

INSTITUTO DE ANDALUCÍA. Guía para una gestión basada en procesos. España:

Instituto de Andalucía, 140 pp. ISBN: 84-923464-7-7

ISBN: 978-607-15-0291-9

KANAWATY, George. Introducción al Estudio del Trabajo. 4ª ed. Ginebra: OIT, 1996.

521 pp.

ISBN: 9223071089

MEMORIA 2016. (31 de Diciembre de 2016). BCRP.

Disponible en:

<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2016/memoria-bcrp-2016.pdf>

MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. 2ª ed.

México: Pearson Educación, 2000. 352 pp.

ISBN: 9684444680

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 13ª ed. México D.F: McGraw-Hil, 2014. 614 pp.

ISBN: 9789701069622

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. Ginebra: Organización Internacional de Trabajo, 1989. 333 pp.

ISBN: 9223059011

SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing paso a paso. México: Grupo Editorial Norma, 2008. 352 pp.

ISBN: 9789700919324

World Economic Outlook Data Base. Octubre de 2017.

Disponible en:

<https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/02/weodata/index.aspx>



## **ANEXOS**

## Anexo 1. Ventas de Enero a Diciembre de 2017

Código	Ventas
O60N	2127
O40N	2127
O50N	1401
O46N	888
O60AN	450
O36N	992
O32N	937
O55N	363
O24E	395
O60E	108
O28N	1096
O22E	394
O30N	983
O26E	395
O16E	378
O20E	402
O70N	105
O18E	378
O55N	87
O26N	166
O24N	148
O20N	149
O40E	83
O36E	80
O18N	110
O70E	7
O22N	148
O32E	74
O16N	109
O30E	75
O28E	84
O50E	18
O46E	12
O14E	26
O50AN	7

*Elaboración propia*

## Anexo 2. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA		
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿De qué manera la Mejora de Procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018?	Determinar como la Mejora de Procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018	La Mejora de Procesos incrementa la productividad, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿De qué manera la Mejora de Procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C - Lima, 2018?	Determinar com la Mejora de Procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018	La Mejora de Procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018
¿De qué manera la Mejora de Procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C.-Lima, 2018?	Determinar como la Mejora de Procesos incrementa la eficiencia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C -Lima, 2018	La Mejora de Procesos incrementa la eficacia, en la fabricación de ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C. - Lima, 2018

Elaboración Propia

### Anexo 3. Formato Hoja de Determinación del tamaño de la muestra

<b>MANUFACTURAS TITANIO S.A.C</b>				HOJA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA				CON REGRESO <input type="checkbox"/> Estudio núm: CONTINUO <input type="checkbox"/> Página 1 de 1						
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?									
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?									
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES				HORA	<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?									
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)												$\left( \frac{\sqrt{\quad}}{\quad} \right)$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	TOTAL													
					NOTAS:									
INGENIERO					FECHA									
APROBADO POR					FECHA									

Elaboración Propia

Anexo 4. Formato Hoja de Resumen del Tamaño de muestra

MANUFACTURAS TITANIOS.A.C		HOJA DE RESUMEN DEL TAMAÑO DE MUESTRA		
Método	PRE-TEST	Elaborado por :		
	POST-TEST	Producto:		
PIEZA	ACTIVIDAD			
				$\left( \frac{\sqrt{\quad ( \quad )}}{\quad} \right)$

Elaboración Propia

Anexo 5. Formato Hoja de Trabajo de Estudio de Tiempos

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				<input type="checkbox"/> CON REGRESO		Estudio núm:	
												<input type="checkbox"/> CONTINUO				Página 1 de 1			
NÚMERO DE PARTE		NÚM. DE OPERACIÓN		DIBUJO NÚM		NOM. DE LA MÁQUINA		NÚMERO DE LA MÁQUINA		<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?									
NOM. DEL OPERADOR		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN		HERRAMIENTA NÚMERO		ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA		<input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?									
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES										<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?									
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O	PROMEDIO T.O.	V.	T.B.				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
	TOTAL																		
						NOTAS:													
INGENIERO						FECHA													
APROBADO POR						FECHA													

Anexo 6. Formato Hoja de Resumen del Estudio

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C		HOJA DE RESUMEN DEL ESTUDIO			
Método		PRE-TEST	Producto		Pag. 1 de 1
		POST-TEST			
ITEM	PIEZA	ACTIVIDAD	T.B. (min)	SUPLEM ENTOS	TIEM PO ESTÁNDAR
INGENIERO			FECHA		
APROBADO POR			FECHA		

## Anexo 7. Formato de Reporte de Producción

[illegible]



## Anexo 8. Formato de Medición de la Productividad

[illegible]

## Anexo 9. Formatos de Validación

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE MEJORA DE PROCESOS

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos</b>  $AAV = \frac{\sum \text{Actividades AV}}{\sum \text{Total Actividades}} \times 100\%$ <p>AAV= Índice de Actividades que agregan valor del DAP Total de Actividades= Total actividades del DAP.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<b>DIMENSIÓN 2 Medición del Trabajo</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	$T.E = TN \times (1 + S)$ <p>T.E= Tiempo estándar T.N. = Tiempo normal S= Suplementos</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [☒]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: SOAVERIA Farián, Martín    DNI: 92649481

Especialidad del validador: Ing. Industrial 716A

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

22 de 11 del 2017



Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sub>1</sub>		Relevancia <sub>2</sub>		Claridad <sub>3</sub>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$EFICIENCIA = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ <p>TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total</p>	/		/		/		
	<b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$EFICACIA = \frac{UPR}{UPL} \times 100\%$ <p>UPR = Unidades Producidas UPL = Unidades Planificadas</p>	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay

suficiencia):

*Si Hay*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒

Aplicable después de corregir ☐

No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

*Saavedra Farfan Martin*

DNI: *02649481*

Especialidad del validador:

*Ing. Industrial TBS*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

*10* de *11* del 2017

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE MEJORA DE PROCESOS**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos</b>  $AAV = \frac{\sum \text{Actividades AV}}{\sum \text{Total Actividades}} \times 100\%$ AAV= Índice de Actividades que agregan valor del DAP Total de Actividades= Total actividades del DAP.	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 2 Medición del Trabajo</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
2	 $T.E = TN \times (1 + S)$ T.E= Tiempo estándar T.N. = Tiempo normal S= Suplementos	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiencia / por analizar

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: DR. AUGUSTO CASTRO RETES DNI: 07266254

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

10 de NOV del 2017



Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sub>1</sub>		Relevancia <sub>2</sub>		Claridad <sub>3</sub>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{TU}}{\text{TT}} \times 100\%$ <p>TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total</p>							
	<b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$\text{EFICACIA} = \frac{\text{UPR}}{\text{UPL}} \times 100\%$ <p>UPR = Unidades Producidas UPL = Unidades Planificadas</p>							

Observaciones (precisar si hay

suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒]    Aplicable después de corregir [☐]    No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: Dr. Leno Rodríguez A    DNI: 06135018

Especialidad del validador: Dr. P. Rodríguez Teniente Mg. Bz

.....de.....del 2017

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

## Anexo 10. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de tumbado del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				CON REGRESO		Estudio núm:	
NÚMERO DE PARTE		NÚM. DE OPERACIÓN		DIBUJO NÚM		NOM. DE LA MÁQUINA TORNO		NÚMERO DE LA MÁQUINA				CONTINUO		Página 1 de 1					
NOM. DEL OPERADOR MANOLO		MESES EN EL PUESTO 36		DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN		HERRAMIENTA NÚMERO		ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA				¿CALIDAD ACEPTADA?							
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA		ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES										¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?							
RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60		DISCO DE ALUMINIO										¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?							
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	DESCARGAR MOLDE	0.68	0.70	0.72	0.65	0.67	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	328	10850	13					
2	LIMPIAR CONTRATUERCA	3.37	3.35	3.32	3.33	3.33	3.30	3.38	3.28	3.40	3.33								
3	CARGAR MOLDE	3.33	3.30	3.35	3.38	3.28	3.38	3.32	3.30	3.38	3.37								
4	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.00	2.97	3.02	3.05	3.12	3.05	3.05	3.03	3.02	3.00								
5	CENTRAR MOLDE	4.067	3.983	4.083	3.95	4.083	3.9	3.95	4.083	3.85	3.833								
6	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA	0.733	0.717	0.75	0.7	1.2	0.717	0.75	0.767	0.783	0.767								
7	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.02	3.05	3.12	3.05	3.00	2.97	3.02	3.02	2.97	3.00								
8	DESAJUSTAR TUERCAS DEL CONTRATUERCA	4.05	4.017	3.983	3.967	4.033	4.017	4.067	3.95	4.05	4.05								
9	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRATUERCA	2.333	2.25	2.2	2.15	2.183	2.167	2.15	2.133	2.233	2.267								
10	AJUSTAR TUERCAS DE CONTRATUERCA	4.033	4.05	4.017	3.983	4.017	4.067	3.95	4.05	4.017	4.067								
11	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05								
12	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08								
13	TUMBAR	4.00	4.02	4.03	4.12	4.08	4.02	4.12	4.13	4.03	4.12								
14	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05								
15	TRASLADAR Y APILAR	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10	0.12								
TOTAL		32.98	32.73	32.82	32.63	33.27	32.52	32.77	32.77	32.77	32.85								
INGENIERO		FECHA		NOTAS:															
RODAS HUAMAN ROBERT		28/10/2017																	
APROBADO POR		FECHA																	
HENRY ROJAS		28/10/2017																	

# Anexo 11. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de planchado del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS												CON REGRESO		Estudio núm:									
																								CONTINUO		Página 1 de 1									
NÚMERO DE PARTE			NÚM. DE OPERACIÓN			DIBUJO NÚM			NOM. DE LA MÁQUINA			TORNIO			NÚMERO DE LA MÁQUINA			¿CALIDAD ACEPTADA?																	
NOM. DEL OPERADOR			MESES EN EL PUESTO			DEPARTAMENTO			HERRAMIENTA			NÚMERO			ALIMENT. Y VEL.			¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																	
MANOLO			36			PRODUCCIÓN									CICLO DE LA MÁQUINA			¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																	
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA												ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES												HORA											
RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60												DISCO DE ALUMINIO																							
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO											LECTURAS (min)											$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
1	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.00	2.97	3.02	3.05	3.12	3.05	3.05	3.03	3.02	3.00	96	933	9																					
2	MOVER SUJETADOR HACIA DENTRO	0.733	0.717	0.75	0.7	1.2	0.717	0.75	0.767	0.783	0.767																								
3	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.02	3.05	3.12	3.05	3.00	2.97	3.02	3.02	2.97	3.00																								
4	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05																								
5	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08																								
6	PLANCHAR DISCO	3.50	3.52	3.53	3.62	3.58	3.52	3.62	3.53	3.62	3.50																								
7	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05																								
8	TRASLADAR Y APILAR	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10	0.12																								
	TOTAL	10.62	10.59	10.65	10.72	11.16	10.50	10.75	10.65	10.69	10.57																								
INGENIERO												FECHA																							
RODAS HUAMAN ROBERT												28/10/2017																							
APROBADO POR												FECHA																							
HENRY ROJAS												28/10/2017																							



## Anexo 12. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de lijado interno del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				CON REGRESO		Estudio núm:	
												CONTINUO		Página		1 de 1			
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA LIJADORA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?														
NOM. DEL OPERADOR BEDOYA	MESES EN EL PUESTO 180	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA	<input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?														
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA RECIPIENTE OLLA POPULAR #60 LIJADO INTERNO				<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?															
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	36	130	5					
2	TRASLADAR A MAQUINA	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02									
3	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08									
4	PRENDER MAQUINA	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02									
5	LIJADO INTERNO	3.01	3.02	3.03	3.12	3.08	3.02	3.13	3.12	3.03									
6	APAGAR MAQUINA	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10									
7	DESCARGAR	0.13	0.12	0.13	0.08	0.10	0.12	0.13	0.10	0.12									
8	TRASLADAR Y APILAR	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10									
	TOTAL	3.63	3.54	3.48	3.56	3.55	3.49	3.66	3.61	3.53	3.60								
		NOTAS:																	
INGENIERO		FECHA																	
RODAS HUAMAN ROBERT		28/10/2017																	
APROBADO POR		FECHA																	
HENRY ROJAS		28/10/2017																	



### Anexo 13. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de lijado externo del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C					HOJA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA					CON REGRESO		Estudio núm:			
										CONTINUO		Página 1 de 1			
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?										
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA	<input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?										
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES RECIPIENTE OLLA POPULAR #60 LIJADO EXTERNO					<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?										
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	32	105	8	
2	TRASLADAR A MAQUINA	0.050	0.017	0.017	0.017	0.033	0.033	0.017	0.017	0.017	0.017				
3	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08				
4	PRENDER MAQUINA	0.017	0.017	0.017	0.017	0.033	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017				
5	LIJADO EXTERNAMENTE	2.68	2.69	2.70	2.79	2.75	2.69	2.80	2.79	2.70	2.78				
6	APAGAR MAQUINA	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100				
7	DESCARGAR	0.13	0.12	0.13	0.08	0.10	0.12	0.13	0.10	0.12	0.10				
8	TRASLADAR Y APILAR	0.117	0.117	0.083	0.100	0.083	0.100	0.100	0.117	0.100	0.117				
	TOTAL	3.30	3.21	3.15	3.22	3.22	3.16	3.33	3.27	3.20	3.27				
					NOTAS:										
INGENIERO					FECHA										
RODAS HUAMAN ROBERT					28/10/2017										
APROBADO POR					FECHA										
HENRY ROJAS					28/10/2017										

# Anexo 14. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de remachado del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA		CON REGRESO <input type="checkbox"/> CONTINUO <input type="checkbox"/>		Estudio núm: Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA REMACHADORA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?												
NOM. DEL OPERADOR WILLY	MESES EN EL PUESTO 6	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES RECIPIENTE OLLA POPULAR #60 REMACHADO																	
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR PIEZA	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	32	103	9			
2	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08						
3	REMACHAR LADO 1	1.50	1.52	1.50	1.60	1.48	1.55	1.53	1.53	1.52	1.50						
4	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08						
5	REMACHAR LADO 2	1.50	1.52	1.50	1.60	1.48	1.55	1.53	1.53	1.52	1.50						
6	APILAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05						
7	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05						
	TOTAL	3.45	3.40	3.25	3.52	3.27	3.35	3.45	3.38	3.38	3.32						
NOTAS:																	
INGENIERO					FECHA												
RODAS HUAMAN ROBERT					28/10/2017												
APROBADO POR					FECHA												
HENRY ROJAS					28/10/2017												

## Anexo 15. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de tumbado de la tapa

<b>MANUFACTURAS TITANIO S.A.C</b>					HOJA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA		CON REGRESO <input type="checkbox"/> Continuo		Estudio núm: Página 1 de 1					
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA TORNO	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?									
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA										
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES TAPA #60 TUMBADO														
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	17	29	6
2	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.83	0.08	0.08	0.08			
3	TUMBAR	1.33	1.35	1.37	1.45	1.42	1.35	1.45	1.47	1.37	1.45			
4	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05			
5	TRASLADAR Y APILAR	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.07	0.05	0.03	0.03			
	TOTAL	1.63	1.60	1.55	1.68	1.65	1.55	2.48	1.70	1.60	1.67			
INGENIERO					FECHA									
RODAS HUAMAN ROBERT					28/10/2017									
APROBADO POR					FECHA									
HENRY ROJAS					28/10/2017									

## Anexo 16. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de planchado de la tapa

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C					HOJA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA		CON REGRESO <input type="checkbox"/> Continuo		Estudio núm: <input type="checkbox"/> Página 1 de 1					
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	TORNO	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?								
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA	NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA									
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA		ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES			HORA									
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	16	25	9
2	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.83	0.08	0.08	0.08			
3	TUMBAR	0.83	0.85	0.87	0.95	0.92	0.85	0.95	0.97	0.87	0.95			
4	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05			
5	TRASLADAR Y APILAR	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.07	0.05	0.03	0.03			
	MOVER A LUJADORA	0.38	0.38	0.42	0.35	0.37	0.38	0.37	0.35	0.33	0.32			
	TOTAL	1.52	1.48	1.47	1.53	1.52	1.43	2.35	1.55	1.43	1.48			
		NOTAS:												
INGENIERO		FECHA												
RODAS HUAMAN ROBERT		28/10/2017												
APROBADO POR		FECHA												
HENRY ROJAS		28/10/2017												

## Anexo 17. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de lijado de la tapa

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C					HOJA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA					CON REGRESO <input type="checkbox"/> CONTINUO <input type="checkbox"/>		Estudio núm: Página 1 de 1		
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA TORNO	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?									
NOM. DEL OPERADOR MANOLO	MESES EN EL PUESTO 36	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA	<input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?									
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES					<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?									
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	14	25	8
2	TRASLADAR A MAQUINA	0.050	0.017	0.017	0.017	0.033	0.033	0.017	0.017	0.017	0.017			
4	PRENDER MAQUINA	0.017	0.017	0.017	0.017	0.033	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017			
5	LIJADO	1.17	1.00	1.20	1.25	1.22	1.20	1.18	1.23	1.18	1.23			
6	APAGAR MAQUINA	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10			
8	TRASLADAR Y APILAR	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05			
	TOTAL	1.40	1.20	1.40	1.47	1.45	1.42	1.37	1.47	1.40	1.45			
		NOTAS:												
INGENIERO		FECHA												
RODAS HUAMAN ROBERT		28/10/2017												
APROBADO POR		FECHA												
HENRY ROJAS		28/10/2017												

# Anexo 18. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de remachado de la tapa

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C				HOJA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA				CON REGRESO		Estudio núm:						
								CONTINUO		Página 1 de 1						
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA REMACHADORA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?											
NOM. DEL OPERADOR WILL	MESES EN EL PUESTO 6	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA	<input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?											
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES TAPA #60 REMACHADO					<input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?											
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR PIEZA	0.03	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	5	3	5		
3	REMACHAR LADO	0.33	0.35	0.37	0.38	0.33	0.35	0.40	0.38	0.37	0.35					
6	APILAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05					
7	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03					
	TOTAL	0.45	0.52	0.50	0.55	0.50	0.48	0.53	0.50	0.50	0.47					
					NOTAS:											
INGENIERO					FECHA											
RODAS HUAMAN ROBERT					28/10/2017											
APROBADO POR					FECHA											
HENRY ROJAS					28/10/2017											

## Anexo 19. Determinación del Tamaño de la muestra de la actividad de etiquetado y embalado

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C											HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				CON REGRESO		Estudio núm:	
											CONTINUO		Página		1 de 1			
NÚMERO DE PARTE	NUM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NUM	NOM. DE LA MÁQUINA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	CALIDAD ACEPTADA?													
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA	¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?													
MARTHA	60	PRODUCCIÓN	NÚMERO	HORA	¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA					ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES													
OLLA POPULAR					C/ ASAS #60 ETIQUETADO Y MBALADO													
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR PIEZA	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	18	31	15				
2	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05							
3	LIMPIAR Y PEGAR ETIQUETA	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	0.48	0.43	0.32	0.33							
4	COLOCAR PAPEL DE LADO 1	0.25	0.27	0.23	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23							
5	COLOCAR DE PAPEL DE LADO 2	0.25	0.27	0.23	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23							
6	ENCINTAR	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	0.48	0.43	0.32	0.33							
7	COLOCAR EN SOPORTE DE TRABAJO	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05							
8	ENCINTAR	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	0.48	0.43	0.32	0.33							
9	APILAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05							
	TOTAL	1.75	1.77	1.57	1.82	1.62	1.69	2.15	1.96	1.62	1.65							
INGENIERO					FECHA										NOTAS:			
RODAS HUAMAN ROBERT					28/10/2017													
APROBADO POR					FECHA													
HENRY ROJAS					28/10/2017													

## Anexo 20. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de tumbado del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C																	HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS			CON REGRESO CONTINUO		Estudio núm: Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM.	NOM. DE LA MÁQUINA TORNO	NÚMERO DE LA MÁQUINA																			
NOMBRE DEL OPERADOR(ES) MANOLO Y RANDY		NÚMERO DE LA OPERACIÓN 36		DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN	DESCRIPCIÓN DEL NÚMERO	¿CALIDAD ACEPTADA?										¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?		¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?					
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60					ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES DISCO DE ALUMINIO																		
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)													TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V.	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNIT.	T.B.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13									
1	DESCARGAR MOLDE	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	9.1	0.7	1.0	0.7	1 / 50	0.01	0.01		
2	LIMPIAR CONTRAUERCA	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3	3.4	3.3	43.4	3.3	0.9	3.0	1 / 50	0.06	0.06		
3	CARGAR MOLDE	3.3	3.3	3.4	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	43.4	3.3	1.0	3.3	1 / 50	0.07	0.07		
4	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	39.5	3.0	0.9	2.7	1 / 50	0.05	0.05		
5	CENTRAR MOLDE	4.1	4.0	4.1	4.0	4.1	3.9	4.0	4.1	3.9	3.8	4.0	4.1	4.0	51.8	4.0	1.0	4.0	1 / 50	0.08	0.08		
6	MOVER SUJETADOR HACIA AFUERA	0.7	0.7	0.8	0.7	1.2	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	10.1	0.8	0.9	0.7	1 / 50	0.01	0.01		
7	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.0	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	39.2	3.0	0.9	2.7	1 / 50	0.05	0.05		
8	DESAJUSTAR TUERCAS DEL CONTRAUERCA	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	52.2	4.0	0.9	3.6	1 / 50	0.07	0.07		
9	AJUSTAR DISTANCIA DEL MOLDE A CONTRAUERCA	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.3	2.2	2.1	2.2	28.5	2.2	1.0	2.2	1 / 50	0.04	0.04		
10	AJUSTAR TUERCAS DE CONTRAUERCA	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1	4.0	4.1	4.0	4.0	4.1	52.3	4.0	0.9	3.6	1 / 50	0.07	0.07		
11	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.1	0.9	0.06	1 / 1	0.06	0.06		
12	CARGAR PIEZA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.9	0.1	1	0.07	1 / 1	0.07	0.07		
13	TUMBAR	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.1	4.0	53.0	4.1	1	4.1	1 / 1	4.1	4.07		
14	DESCARGAR	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1	1	0.06	1 / 1	0.06	0.06		
15	TRASLADAR Y APILAR	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.4	0.1	0.9	0.09	1 / 1	0.09	0.09		
TOTAL																					4.89		
INGENIERO RODAS HUAMAN ROBERT		FECHA 28/10/2017																					
APROBADO POR HENRY ROJAS		FECHA 28/10/2017																					



## Anexo 21. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de planchado del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C										HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										CON REGRESO <input type="checkbox"/>		Estudio núm:	
																				CONTINUO <input type="checkbox"/>		Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	TORNO	NÚMERO DE LA MÁQUINA	¿CALIDAD ACEPTADA?																	
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA	NÚMERO	ALIMENT. Y VEL.	¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																	
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA			ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES			¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																	
RECIPIENTE DE OLLA POPULAR #60			DISCO DE ALUMINIO																				
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O	TIEMPO PROMEDIO	V.	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNIT.	T.B.					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
1	DESAJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.00	2.97	3.02	3.05	3.12	3.05	3.05	3.03	3.02		27	3.03	0.9	2.73	1 / 50	0.05						
2	MOVER SUJETADOR HACIA DENTRO	0.733	0.717	0.75	0.7	1.2	0.717	0.75	0.767	0.783		7	0.79	0.9	0.71	1 / 50	0.01						
3	AJUSTAR TUERCAS DEL SUJETADOR	3.02	3.05	3.12	3.05	3.00	2.97	3.02	3.02	2.97		27	3.02	0.9	2.72	1 / 50	0.05						
4	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07		1	0.07	0.9	0.07	1 / 1	0.07						
5	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08		1	0.06	1.0	0.06	1 / 1	0.06						
6	PLANCHAR DISCO	3.50	3.52	3.53	3.62	3.58	3.52	3.62	3.53	3.62		32	3.56	1.0	3.56	1 / 1	3.56						
7	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05		1	0.06	1.0	0.06	1 / 1	0.06						
8	TRASLADAR Y APILAR	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10		1	0.10	0.9	0.09	1 / 1	0.09						
	TOTAL	10.62	10.59	10.65	10.72	11.16	10.50	10.75	10.65	10.69							3.96						
NOTAS:																							
INGENIERO		FECHA																					
RODAS HUAMAN ROBERT		20/11/2017																					
APROBADO POR		FECHA																					
HENRY ROJAS		20/11/2017																					

## Anexo 22. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de lijado interno del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C										HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS										CON REGRESO		Estudio núm:	
																				<input type="checkbox"/> CONTINUO		Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE		NÚM. DE OPERACIÓN		DIBUJO NÚM		NOM. DE LA MÁQUINA		LJADORA		NÚMERO DE LA MÁQUINA		¿CALIDAD ACEPTADA?											
NOM. DEL OPERADOR		MESES EN EL PUESTO		DEPARTAMENTO		HERRAMIENTA		NÚMERO		ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA		¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?											
BEDOYA		180		PRODUCCIÓN						HORA		¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?											
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA										ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES													
RECIPIENTE OLLA POPULAR #60 LIJADO INTERNO																							
# DE ELEMENTO	DESCRIPCION DE ELEMENTO			LECTURAS (min)										TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V.	T.B.						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
1	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA			0.10	0.08	0.05	0.07	0.08							0.38	0.08	0.9	0.1					
2	TRASLADAR A MAQUINA			0.05	0.02	0.02	0.02	0.03							0.13	0.03	0.9	0.0					
3	CARGAR PIEZA			0.10	0.07	0.05	0.05	0.03							0.30	0.06	0.9	0.1					
4	PRENDER MAQUINA			0.02	0.02	0.02	0.02	0.03							0.10	0.02	1	0.0					
5	LIJADO INTERNO			3.01	3.02	3.03	3.12	3.08							15.28	3.06	1	3.1					
6	APAGAR MAQUINA			0.10	0.10	0.10	0.10	0.10							0.50	0.10	1	0.1					
7	DESCARGAR			0.13	0.12	0.13	0.08	0.10							0.57	0.11	1	0.1					
8	TRASLADAR Y APILAR			0.12	0.12	0.08	0.10	0.08							0.50	0.10	0.9	0.1					
TOTAL																		3.53					
INGENIERO										FECHA										NOTAS:			
RODAS HUAMAN ROBERT										28/10/2017													
APROBADO POR										FECHA													
HENRY ROJAS										28/10/2017													

## Anexo 23. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de lijado externo del recipiente

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				<input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO <input type="checkbox"/> CONTINUO		Estudio núm: Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA LIJADORA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?														
NOM. DEL OPERADOR BEDOYA	MESES EN EL PUESTO 180	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA															
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES RECIPIENTE OLLA POPULAR #60 LIJADO EXTERNO																			
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O.	PROMEDIO T.O.	V.	T.B.				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05			0.58	0.07	0.9	0.07				
2	TRASLADAR A MAQUINA	0.050	0.017	0.017	0.017	0.033	0.033	0.017	0.017			0.20	0.03	0.9	0.02				
3	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08			0.50	0.06	0.9	0.06				
4	PRENDER MAQUINA	0.017	0.017	0.017	0.017	0.033	0.017	0.017	0.017			0.15	0.02	1	0.02				
5	LIJADO EXTERNAMENTE	2.68	2.69	2.70	2.79	2.75	2.69	2.80	2.79			21.89	2.74	1	2.74				
6	APAGAR MAQUINA	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100			0.80	0.10	1	0.10				
7	DESCARGAR	0.13	0.12	0.13	0.08	0.10	0.12	0.13	0.10			0.92	0.11	1	0.11				
8	TRASLADAR Y APILAR	0.117	0.117	0.083	0.100	0.083	0.100	0.100	0.117			0.82	0.10	0.9	0.09				
	TOTAL														3.21				
NOTAS:																			
INGENIERO					FECHA														
RODAS HUAMAN ROBERT					20/11/2017														
APROBADO POR					FECHA														
HENRY ROJAS					20/11/2017														

A  
V

## Anexo 24. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de remachado del recipiente

MANUFACTURAS TITANIOS.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				<input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO    Estudio núm: <input type="checkbox"/> CONTINUO    Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA REMACHADORA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input checked="" type="checkbox"/> AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?												
NOM. DEL OPERADOR WILLY	MESES EN EL PUESTO 6	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA		ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES															
		RECIPIENTE OLLA POPULAR #60 REMACHADO															
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O	PROMEDIO T.O.	V.	T.B.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR PIEZA	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07		0.65	0.07	0.9	0.07		
2	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08		0.58	0.06	0.9	0.06		
3	REMACHAR LADO 1	1.50	1.52	1.50	1.60	1.48	1.55	1.53	1.53	1.52		13.73	1.53	1	1.53		
4	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08		0.58	0.06	1	0.06		
5	REMACHAR LADO 2	1.50	1.52	1.50	1.60	1.48	1.55	1.53	1.53	1.52		13.73	1.53	1	1.53		
6	APILAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05		0.52	0.06	1	0.06		
7	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07		0.65	0.07	0.9	0.07		
	TOTAL														3.36		
					NOTAS:												
INGENIERO					FECHA												
RODAS HUAMAN ROBERT					28/10/2017												
APROBADO POR					FECHA												
HENRY ROJAS					28/10/2017												

## Anexo 25. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de tumbado de la tapa

<b>MANUFACTURAS TITANIO S.A.C</b>														<b>HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										<input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO    Estudio núm:	
														<input type="checkbox"/> CONTINUO <b>Página</b> 1 de 1											
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA TORNO		NÚMERO DE LA MÁQUINA		<input checked="" type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA?																		
NOM. DEL OPERADOR MANOLO	MESES EN EL PUESTO 36	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO		ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA		<input checked="" type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?																		
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA    ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES TAPA #60 TUM BADO							<input checked="" type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																		
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O.	PROMEDIO T.O.	V.	T.B.										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07					0.45	0.08	0.9	0.07										
2	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03					0.33	0.06	1	0.06										
3	TUMBAR	1.33	1.35	1.37	1.45	1.42	1.35					8.27	1.38	1	1.38										
4	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05					0.37	0.06	1	0.06										
5	TRASLADAR Y APILAR	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05					0.25	0.04	0.9	0.04										
TOTAL															1.60										
INGENIERO					FECHA																				
RODAS HUAMAN ROBERT					28/11/2017																				
APROBADO POR					FECHA																				
HENRY ROJAS					28/11/2017																				

# Anexo 26. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de planchado de la tapa

MANUFACTURAS TITANIOS.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				<input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO    Estudio núm: <input type="checkbox"/> CONTINUO    Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input checked="" type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input checked="" type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?												
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA	ALIMENT. Y VEL.													
MANOLO	36	PRODUCCIÓN	NÚMERO	CICLO DE LA MÁQUINA													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA    ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES																	
TAPA #60 PLANCHADO																	
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O	PROMEDIO T.O.	V.	T.B.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07		0.65	0.07	0.9	0.07		
2	CARGAR PIEZA	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.83	0.08	0.08		1.33	0.15	1	0.15		
3	TUMBAR	0.83	0.85	0.87	0.95	0.92	0.85	0.95	0.97	0.87		8.05	0.89	1	0.89		
4	DESCARGAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05		0.52	0.06	1	0.06		
5	TRASLADAR Y APILAR	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.07	0.05	0.03		0.40	0.04	0.9	0.04		
	MOVER A LIJADORA	0.38	0.38	0.42	0.35	0.37	0.38	0.37	0.35	0.33		3.33	0.37	0.9	0.33		
	TOTAL														1.54		
INGENIERO					NOTAS:												
RODAS HUAMAN ROBERT																	
FECHA																	
28/10/2017																	
APROBADO POR																	
HENRY ROJAS																	
FECHA																	
28/10/2017																	

## Anexo 27. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de lijado de la tapa

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C												HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				<input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO    Estudio núm: <input type="checkbox"/> CONTINUO    Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?												
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA	ALIMENT. Y VEL.													
BEDOYA	180	PRODUCCIÓN	NÚMERO	CICLO DE LA MÁQUINA													
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES																	
TAPA #60 LIJADO																	
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O	PROMEDIO T.O.	V.	T.B.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	TRASLADAR Y RECOGER PIEZA	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	0.05			0.27	0.03	0.9	0.03		
2	TRASLADAR A MÁQUINA	0.050	0.017	0.017	0.017	0.033	0.033	0.017	0.017			0.20	0.03	0.9	0.02		
4	PRENDER MÁQUINA	0.017	0.017	0.017	0.017	0.033	0.017	0.017	0.017			0.15	0.02	0.9	0.02		
5	LIJADO	1.17	1.00	1.20	1.25	1.22	1.20	1.18	1.23			9.45	1.18	1	1.18		
6	APAGAR MÁQUINA	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10			0.80	0.10	1	0.10		
8	TRASLADAR Y APILAR	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05			0.30	0.04	1	0.04		
TOTAL															1.39		
INGENIERO		NOTAS:															
RODAS HUAMAN ROBERT		FECHA										20/11/2017					
APROBADO POR		FECHA															
HENRY ROJAS		20/11/2017															

## Anexo 28. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de remachado de la tapa

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C													HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS				<input checked="" type="checkbox"/> CON REGRESO    Estudio núm: <input type="checkbox"/> CONTINUO    Página 1 de 1	
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM.	NOM. DE LA MÁQUINA REMACHADORA	NÚMERO DE LA MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/> ¿CALIDAD ACEPTADA? <input checked="" type="checkbox"/> ¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD? <input checked="" type="checkbox"/> ¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?													
NOM. DEL OPERADOR WILL	MESES EN EL PUESTO 6	DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN	HERRAMIENTA NÚMERO	ALIMENT. Y VEL. CICLO DE LA MÁQUINA HORA														
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA    ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES TAPA #60 REMACHADO																		
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)										TOTAL T.O.	PROMEDIO T.O.	V.	T.B.			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR PIEZA	0.03	0.05	0.05	0.03	0.05						0.22	0.04	0.9	0.04			
3	REMACHAR LADO	0.33	0.35	0.37	0.38	0.33						1.77	0.35	1	0.35			
6	APILAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07						0.32	0.06	1	0.06			
7	MOVER A ETIQUETADO Y EMBALADO	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05						0.22	0.04	1	0.04			
	TOTAL														0.50			
INGENIERO		FECHA																
RODAS HUAMAN ROBERT		28/11/2017																
APROBADO POR		FECHA																
HENRY ROJAS		28/11/2017																



## Anexo 29. Establecimiento del tiempo básico de la actividad de etiquetado y embalado

MANUFACTURAS TITANIO S.A.C																	HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS																	CON REGRESO		Estudio núm:	
																	CONTINUO		Página		1 de 1																
NÚMERO DE PARTE	NÚM. DE OPERACIÓN	DIBUJO NÚM	NOM. DE LA MÁQUINA				NÚMERO DE LA MÁQUINA				CALIDAD ACEPTADA?																										
NOM. DEL OPERADOR	MESES EN EL PUESTO	DEPARTAMENTO	HERRAMIENTA				ALIMENT. Y VEL.				¿SE VERIFICÓ LA SEGURIDAD?																										
MARTHA	60	PRODUCCIÓN	NÚMERO				CICLO DE LA MÁQUINA				¿AJUSTE CORRECTO DE MÁQUINA?																										
DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA			ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES														MÁQUINA																				
			OLLA POPULAR C/ ASAS #60 ETIQUETADO Y MBALADO														HORA																				
# DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (min)															TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V.	T.B.																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																					
1	TRASLADAR, RECOGER Y TRASLADAR PIEZA	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.05	0.10	0.08	0.05	0.07	0.08	1.08	0.07	0.9	0.07																	
2	COLOCAR EN MESA DE TRABAJO	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.85	0.06	1	0.06																	
3	LIMPIAR Y PEGAR ETIQUETA	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	0.48	0.43	0.32	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	5.03	0.34	0.9	0.30																	
4	COLOCAR PAPEL DE LADO 1	0.25	0.27	0.23	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.24	0.24	0.24	3.60	0.24	1	0.24																	
5	COLOCAR DE PAPEL DE LADO 2	0.25	0.27	0.23	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	3.56	0.24	1	0.24																	
6	ENCINTAR	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	0.48	0.43	0.32	0.33	0.30	0.33	0.28	0.33	0.48	5.20	0.35	1	0.35																	
7	COLOCAR EN SOPORTE DE TRABAJO	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.87	0.06	1.00	0.06																	
8	ENCINTAR	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	0.48	0.43	0.32	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.33	5.03	0.34	0.9	0.30																	
9	APILAR	0.05	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.87	0.06	0.9	0.05																	
	TOTAL																			1.66																	
NOTAS:																																					
INGENIERO		FECHA																																			
RODAS HUAMAN ROBERT		28/11/2017																																			
APROBADO POR		FECHA																																			
HENRY ROJAS		28/11/2017																																			

## Anexo 30. Acta de aprobación de originalidad de Tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN LA FABRICACIÓN DE OLLAS, DE MANUFACTURAS TITANIO S.A.C – LIMA, 2018", del estudiante RODAS HUAMAN, ROBERT; tiene un índice de similitud de 24 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.


El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 19 de agosto del 2019

  
**Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS**  
 Coordinador de Investigación de la EP de  
 Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Anexo 31. Pantallazo del TURNITIN



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**"MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN LA FABRICACIÓN DE OLLAS, DE MANUFACTURAS TITANIO S.A.C – LIMA, 2018"**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTOR:**  
Rodas Huaman, Robert

**ASESOR:**  
Mg. Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Resumen de coincidencias**

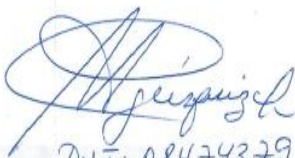
24 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

Nº	Fuente	Porcentaje
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	9 %
2	Entregado a University... Trabajo del estudiante	5 %
3	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
4	mystide.es Fuente de Internet	1 %
5	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
6	www.icim.com Fuente de Internet	1 %
7	Entregado a University... Trabajo del estudiante	<1 %
8	documenta.mx Fuente de Internet	<1 %
9	www.inel.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
10	bdigital.usm.edu.cn Fuente de Internet	<1 %
11	suscripciones.bongob... Fuente de Internet	<1 %



**DNI: 08474379**

gina: 1 de 152

Número de palabras: 30570

High Resolution Activado

## Anexo 32. Formulario de autorización para la publicación electrónica de la tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

### FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

#### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:

Rodas Huaman Robert

D.N.I. : 74087314

Domicilio : Calle Gamarra 121 P.J. El Progreso 3er. Sector

Teléfono : Fijo : 7454344 Móvil : 920793136

E-mail : rodashuamanrobert@gmail.com

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Industrial

Carrera : Ingeniería Industrial

Título : Ingeniero Industrial

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

Grado :

Mención :

☐ Doctorado

#### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Rodas Huaman Robert

Título de la tesis:

Mejora de procesos para incrementar la productividad, en la fabricación de  
ollas, de Manufacturas Titanio S.A.C – Lima, 2018

Año de publicación : 2018

#### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha :

15-02-19

### Anexo 33. Autorización de la versión final del trabajo de investigación



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

#### **AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

La Escuela de Ingeniería Industrial

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Rodas Huaman Robert

INFORME TITULADO:

MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD,  
EN LA FABRICACIÓN DE OLLAS, DE MANUFACTURAS TITANIO S.A.C –  
LIMA, 2018

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 02-07-2018

NOTA O MENCIÓN: 15



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN